

Prosiding

SEMINAR NASIONAL HAYATI VI

"Penguatan Mutu Pembelajaran melalui Optimalisasi Hasil Riset
dan Abdimas Berbasis Eksplorasi Biodiversitas"

PROSIDING SEMINAR NASIONAL HAYATI VI 2018



22 September 2018

ISBN 978-602-61371-2-8



9 786026 137128

ISBN 978-602-61371-2-8



Diselenggarakan oleh
Prodi Pendidikan Biologi
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Bekerja sama dengan:



Program Studi Pendidikan Biologi
Universitas Nusantara PGRI Kediri

J. K. H. Achmad Dahlan 76, Kota Kediri Telp/Fax. 0354-771576
Website: <http://biologiunpkediri.ac.id> Email: biologi@unpkediri.ac.id



PROSIDING

Seminar Nasional VI HAYATI 2018

Tema:

***“Penguatan Mutu Pembelajaran melalui Peningkatan Riset dan
Abdimas Berbasis Eksplorasi Biodiversitas”***

Sabtu,
22 September 2018

Pembicara Utama:

- Prof. Hery Purnobasuki, M.Si., Ph.D.
(Universitas Airlangga Surabaya)
- Dr. Marheny Lukitasari, M.Pd.
(Universitas PGRI Madiun)
- Dr. Poppy Rahmatika Primandiri
(Universitas Nusantara PGRI Kediri)

diselenggarakan oleh

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
2018**

PROSIDING

Seminar Nasional VI HAYATI 2018

Tema:

“Penguatan Mutu Pembelajaran melalui Peningkatan Riset dan Abdimas Berbasis Eksplorasi Biodiversitas”

Steering Committee:

Dr. Sulistiono, M.Si.
Dr. Hj. Sri Panca Setyawati, M.Pd.
Dra. Dwi Ari Budiretnani, M.Pd.

Organizing Committee:

Tutut Indah Sulistiyowati, S.Pd., M.Si. (Ketua)
Dra. Budhi Utami, M.Pd. (Anggota)
Mumun Nurmilawati, M.Pd. (Anggota)
Dr. Poppy Rahmatika Primandiri, M.Pd. (Anggota)
Ida Rahmawati, S.Pd., M.Sc. (Anggota)

Editor:

Dr. Agus Muji Santoso, M.Si.

Reviewer:

Agus Muji Santoso (Universitas Nusantara PGRI Kediri)
Hery Purnobasuki (Universitas Airlangga Surabaya)
Elya Nusantari (Universitas Negeri Gorontalo)
Atria Martina (Universitas Riau)
Pratama B. Purwanto (UIN Sunan Kalijaga)
Rachmi Afriani (Universitas Kapuas Sintang)
Mhd. Rafi'i Ma'arif Tarigan (Universitas Islam Medan Sumatra Utara)
Poppy Rahmatika Primandiri (Universitas Nusantara PGRI Kediri)

ISBN 978-602-61371-2-8

Published by:

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
Gedung Joglo Timur Kampus I
Jl. KH. Achmad Dahlan 76, Kota Kediri, Jawa Timur, 64112
Telp/ Fax: 0354-771576
Email: semnashayati@gmail.com

**Sanksi Pelanggaran Pasal 72
Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002
Tentang Hak Cipta**

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/ atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/ atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana paling lama 5 (lima) tahun dan/ atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, akhirnya pada kesempatan baik ini, Seminar Nasional VI HAYATI Tahun 2018 yang bertema, “Penguatan Mutu Pembelajaran Melalui Optimalisasi Hasil Riset dan Abdimas Berbasis Eksplorasi Biodiversitas” dapat terselenggara pada Sabtu, 22 September 2018.

Seminar ini terselenggara sebagai bentuk aktualisasi tiada henti seluruh civitas akademik UN PGRI Kediri untuk terus mengembangkan iklim akademik yang sejuk dan bermartabat. Ucapan terima kasih kepada jajaran YPLP PT PGRI Kediri, Rektorat, Dekanat FKIP, Kaprodi Pendidikan Biologi, Pengurus Himaprodi Helianthus Pendidikan Biologi UN PGRI Kediri. Kepada seluruh kontributor pemakalah kunci: Prof. Hery Purnobasuki, M.Si, Ph.D. (Universitas Airlangga Surabaya), Dr. Marheny Lukitasari, M.Pd., dan Dr. Poppy Rahmatika Primandiri, pemakalah pendamping dari Universitas PGRI Madiun, Universitas PGRI Ronggolawe Tuban, Universitas Muhammadiyah Malang, Universitas Budi Utomo Malang, Universitas Negeri Malang, Universitas Negeri Surabaya, Universitas Airlangga Surabaya, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, UPRI Makasar, Universitas Muhammadiyah Buton, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Universitas Islam Jember, Universitas Negeri Gorontalo, UIN Sunan Kalijaga, Universitas Brawijaya Malang, Universitas Kapuas Sintang, Universitas Riau, Universitas Negeri Gorontalo, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, IAIN Tulungagung, Universitas Islam Balitar-Blitar, LIPI, Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Universitas Padjadjaran, Universitas Kapuas Sintang, mitra bestari, dan panitia disampaikan penghargaan yang tinggi dan terima kasih atas partisipasi aktif untuk menyukseskan acara ini.

Terima kasih juga kami sampaikan kepada Himpunan Pendidik dan Peneliti Biologi Indonesia (HPPBI) dan Konsorsium Biologi Indonesia (KOBBI) sebagai mitra kerja kegiatan ini. Semoga seminar ini dapat memberikan inspirasi, motivasi, serta landasan pengambilan kebijakan selanjutnya. Terlebih lagi, semoga dapat meningkatkan rasa syukur kita kepada-Nya untuk terus berkarya dan berprestasi. Saran dan kritik yang membangun dari pihak yang berkompeten di bidangnya sangat diperlukan untuk penyempurnaan kegiatan sejenis pada kesempatan selanjutnya.

Akhirnya kami ucapkan, selamat datang dan selamat berseminar.

Kediri, 20 Desember 2018

Panitia

DAFTAR ISI

Sampul	i
Sampul Pendukung	li
Lembar Identitas Prosiding	lii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v

MAKALAH UTAMA

Inovasi dan Potensi Riset dalam Pengembangan Keilmuan dan Pembelajaran (<i>Hery Purnobasuki</i>)	1 - 12
Potensi <i>Learning Community</i> dalam meningkatkan Kualitas Pembelajaran Biologi (<i>Biodiversitas</i>) Berbasis Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (<i>Marheny Lukitasari</i>)	13 - 21
Pola Mutasi Gen CpTI Jarak Pagar dan Potensi sebagai Pengembangan Bahan Ajar Genetika (<i>Poppy Rahmatika Primandiri</i>)	22 - 27

MAKALAH PENDAMPING

Komposisi dan Struktur Vegetasi pada Tiga Strata Elevasi yang Berbeda di Taman Nasional Kerinci Seblat (<i>Adi Susilo</i>)	27 - 37
Habitat <i>Dipterocarpus gracilis</i> di Cagar Alam Leuweung Sancang (<i>Adi Susilo</i>)	38 - 45
Perbandingan Bobot Normalisasi Cross Correlation dengan Cross Covariance dalam Model Peramalan Curah Hujan (<i>Agus Dwi Sulistyono, Aniek Iriany, Atiek Iriany, Ni Wayan Suryawardhani</i>)	46 - 54
Fenologi Bunga Jantan pada Tanaman Salak (<i>Salacca zalacca</i>) Di Desa Segaran Kecamatan Wates Kabupaten Kediri (<i>Aida Faizatul Fitria, Dwi Ari Budiretnani, dan Poppy Rahmatika Primandiri</i>)	55 - 63
Karakterisasi <i>Carica pubescens</i> Lenne & K. Koch di Jawa Timur (<i>Ainun Nikmati Laily, Ida Alfiah, Ahmad Nuruddin Khoiri</i>)	64 - 78
Keanekaragaman Herpetofauna di Kawasan Wisata Alam Coban Putri Desa Tlekung Kecamatan Junrejo Kota Batu Jawa Timur (<i>Amiliyatul Hidayah, Berry Fakhry Hanifa, Sandra Rafika Devi, Luhur Septiadi, Muhammad Zakaria Alwi, Fahmi Alief Afifudin</i>)	79 - 91

Studi Ragam Morfometri Musang (<i>Paradoxurus hermaphroditus</i> , Pallas 1777) Asal Nusa Tenggara Barat Sebagai Basis Data Identifikasi Variasi Genetik (Aris Winaya, Maria Jose Izquierdo Rico, Manuel Avilez, Sri Wahyuningsih, dan Tedjo Budi Wijono)	92 - 103
Produksi Fitohormon Asam Giberelat (GA ₃) oleh <i>Aspergillus</i> sp. IIRTA Asal Tanah Gambut Riau pada Variasi Waktu Inkubasi dan Agitasi (Atria Martina, Rodesia Mustika Roza, Wahyu Lestari, Julika Syafriani)	104 - 110
Serangga Tanah di Hutan Wisata Ubalan sebagai Sumber Belajar Materi Keanekaragaman Hewan (Devi Lestari, Budhi Utami, Tutut Indah Sulistiyowati)	111 - 114
Skrining Fitokimia dan Uji Kromatografi Lapis Tipis Kandungan Senyawa Flavonoid dari 5 Sp esies Daun Tumbuhan Paku di Taman Nasional Baluran (Eko Sri Sulasmi, Ratna Suryaningtya Sari, Murni Sapta Sari dan Suhadi)	115 - 120
Analisis Kualitatif Kandungan Senyawa Aktif (Flavonoid, Alkaloid, Polifenol, Saponin, Terpenoid dan Tanin) pada Ekstrak Metanol Daun dan Rhizoma <i>Phymatodes scolopendria</i> (Burm.) Ching di Taman Nasional Baluran (Eko Sri Sulasmi, Zauhara Faiqohtun Wuriana, Murni Sapta Sari, Suhadi)	121 - 128
Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis dari Senyawa Aktif Kalakai (<i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.F) Beddome) di Taman Nasional Baluran (Eko Sri Sulasmi, Lukas Adi Nugraha, Murni Sapta Sari, Suhadi)	129 - 137
Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Senyawa Terpenoid pada Tumbuhan Paku <i>Pseudocyclosorus ochthodes</i> (Kunze) Holttum, <i>Dryopteris hirtipes</i> (Bl.) Kuntze, <i>Phymatodes scolopendria</i> (Burm.) Ching, <i>Pteris vittata</i> L. dan <i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.) Beddome di Taman Nasional Baluran (Eko Sri Sulasmi, Lely Rindiyanti Febrina Tetiyo Putri, Murni Sapta Sari, dan Suhadi)	138 - 143
Phenology Study of Aquatic Plants (<i>Sagittaria lancifolia</i> and <i>Echinodorus radicans</i>) in Purwodadi Botanic Garden (Elza Ismaya Dewi, Lusky Andriana, dan Rony Irawanto)	144 - 154
Analisis Kualitas Air Lindi pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Ngegong Kota Blitar Tahun 2018 (Eva Nurul Malahayati, Marinda Sari Sofiyani)	155 - 163
Hubungan Kekerbatan Bambu Berdasarkan Gen <i>rbcl</i> Berbasis Analisis <i>In Silico</i> sebagai Bukti Adanya Evolusi Molekuler (Ika Hanifatul Masruroh, Nadya Ismi Putri Triesita, Sulistiono, Agus Muji Santoso)	164 - 178
Kontaminasi <i>Escherichia coli</i> Air Minum Isi Ulang pada Depot Air Minum di Kota Malang (Lia Rahayu dan Wiwik Kusmawati)	179 - 182
Comparison of Plant Diversity in Tahura R. Soerjo Area with Plant Exploration from Purwodadi Botanic Garden (Lusky Andriana, Elza Ismaya Dewi, dan Rony Irawanto)	183 - 195

Tingkat Kerusakan Akibat Hama Tungau (<i>Polyphagotarsonemus Latus Banks</i>) pada Berbagai Genotip Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i> Linn.) (Maftuchah, Agus Zainudin, Ahmad Fachrie)	196 - 202
Kadar Kalsium dan Kualitas Sensori Nugget Ikan Nike (<i>Awaous melanocephalus</i>) yang Di Substitusi Rumput Laut Merah (<i>Euchema cottonii</i>) (Margaretha Solang, Aryati Abdul, Novita Muchsin)	203 - 210
Keanekaragaman Jenis Rayap Ordo <i>Isoptera</i> di Perkebunan Kelapa Sawit Kuala Tanjung Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batubara, Sumatera Utara (Mhd. Rafi'i Ma'arif Tarigan, Abdul Halim Ilyas, dan Masnadi)	211 - 223
Hubungan Kekerabatan Rana Berdasarkan Gen <i>cyt b</i> Berbasis <i>In Silico</i> sebagai Bukti Adanya Evolusi Molekuler (Nadya Ismi Putri Triesita, Ika Hanifatul Masruroh, Sulistiono, Agus Muji Santoso)	224 - 229
Analisis Hubungan Kekerabatan Kultivar Mangga (<i>Mangifera indica</i> L.) Berdasarkan Karakteristik Morfologi Daun di Kabupaten Subang (Nurillah Novia Hermaniawati, Siti Nurlailatul Badriah, Ulfatul Hasanah, Tri Cahyanto, Ateng Supriatna)	230 - 235
Keanekaragaman Lebah dan Tawon di Mangrove Gunung Anyar Surabaya (Silvia Indah Pramesti, Atika Dahlila Fauzi, Nailiz Zakiyah Apriliani)	236 - 241
Pengaruh Fitotoksis Ekstrak Daun <i>Calopogonium mucunoides</i> Desv. terhadap Gulma <i>Borreria alata</i> (Aublet) DC dan <i>Paspalum conjugatum</i> Berg. (Siti Fatonah, Fetmi Silvina, Dyah Iriani, Apriyana Sihombing, Khairiyati)	242 - 250
Isolasi Bakteri Endofit dari Batang Karet (<i>Hevea brasiliensis</i>) dan Potensinya dalam Menekan Pertumbuhan <i>Rigidoporus microporus</i> dalam Medium Fermentasi (Tetty Marta Linda, Bunga Philia Suci Pratiwi, Windi Dona, Atria Martina, Wahyu Lestari, Hapsoh)	251 - 257
Imobilisasi Biomassa <i>Haematococcus pluvialis</i> pada Alginat sebagai Biosorben Logam Berat Seng (Zn) (Wini Mudiatur Rohmah, Mohamad Agus Salim, Rizal Maulana Hasby)	258 - 267
Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pekarangan/Kebun dengan Sengon Solomon Hasil Kultur <i>in Vitro</i> pada Kelompok Usaha Pembibitan Sengon Di Kabupaten Malang (Wiwik Kusmawati, Moh Zaini, dan Yusvidha Ernata)	268 - 276
Keanekaragaman Jenis Herpetofauna Nokturnal di Area Coban Jahe, Desa Pandansari Lor, Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang, Jawa Timur (Yunita Indawati, Berry Fakhry Hanifa, Luhur Septiadi, Muhammad Zakaria Alwi Ainul Khatimah, Itsnatul Azizah)	277 - 285
Strategi Pemasaran Pakan Komplek Sapi Potong (Sutawi, Tatag Mutaqin, Tedjo Budiwijono)	286 - 292

Identifikasi dan Karakterisasi Keanekaragaman Mikoriza pada Lahan Reklamasi Bekas Penambangan Batu Kapur di Kabupaten Tuban (Supiana Dian Nurtjahyani, Dwi Oktafitria, Sriwulan, Nova Maulidina Ashuri, Imas Cintamulya, Eko Purnomo)	293 - 299
Penyusunan Ensiklopedia Keanekaragaman Hayati Berbasis Analisis Hubungan Kerapatan Lamun dengan Kelimpahan Makrozoobentos di Zona Intertidal Pantai Tawang Pacitan (Nabila Royyanatul Hikmah, Marheny Lukitasari, Nurul Kusuma Dewi)	300 - 316
Pengaruh <i>Edible Coating</i> dari Cangkang Udang Vannamei untuk Mempertahankan Kualitas Buah Stroberi (<i>Fragaria vesca</i> L.) (Kumara Rahmawati Zain, Indro Prastowo)	317 - 325
Pengaruh <i>Edible Coating</i> Pati Singkong untuk Mempertahankan Kualitas Buah Stroberi (<i>Fragaria vesca</i> L.) (Dwi Hardianti Kusuma, Indro Prastowo)	326 - 331
Cemaran Mikroba pada Jajan Pasar yang Beredar di Sekolah - Sekolah Wilayah Ponorogo (Devita Yudhayanti, Endang Ernawaningtya)	332 - 336
Struktur Komunitas Ikan Pada Padang Lamun Pantai Pidakan Pacitan sebagai Bahan Penyusun Ensiklopedia untuk SMA Kelas X (Askari Eka Yuniyanto, Nurul Kusuma Dewi, Muh. Waskito Ardhi)	337 - 350
Efektifitas Kapur Gamping Untuk Mengendalikan Kutu Sisik (<i>Aonidiella Aurantii</i>) Pada Tanaman Apel (Wicaksono, RC. Endarto O)	351 - 355
Respon Anggota PKK Desa Kemiri Jabung Terhadap Inovasi Susu Pasteurisasi (Dian Indratmi, Lili Zalizar, Khusnul Kotimah, Lipi Ayu Nur Khumairoh, Anggundari Septiana)	356 - 360
Penggunaan <i>Sprinkler Irrigation System</i> pada Tanaman Bawang Merah dan Peran Masyarakat di Desa Ngepung Kecamatan Lengkon Kabupaten Nganjuk (Pujiati, Binur Huda, Cicilia Novi Primiani)	361 - 366
IbW-CSR Tahun III 2018: Pendampingan Masyarakat Kepulauan Sapeken-Sumenep dalam Budidaya Rumput Laut Berwujud Pemerolehan PIRT dan Integrasi Budidaya Teripang (Nurwidodo, Abdulkadir Rahardjanto, Husamah, Mas'odi, M. Sarip Hidayatullah)	367 - 374
Pengaruh Penerapan RQA (<i>Reading, Questioning, And Answering</i>) terhadap Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa (Ahya Mujahidin, Eko Sri Sulasmi)	375 - 378
Media Baca Masyarakat: Pengembangan Booklet Berbasis Hasil Penelitian (Andika Septiana Indrawati, Trio Ageng Prayitno)	379 - 390

Respon Mahasiswa Biologi Setelah Penerapan Strategi Pembelajaran RQA, ADI, RQA dipadu ADI, dan Konvensional (Astuti Muh.Amin, Aloysius Duran Corebima, Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal)	391 - 399
Penerapan Strategi Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> pada Materi Sistem Koordinasi Manusia untuk Meningkatkan Keterampilan Metakognitif Siswa Kelas XI MIPA 4 SMAN 3 Kediri (Elva Nindya Kartika Dewi, Poppy Rahmatika Primandiri, Dwi Ari Budiretnani)	400 - 404
Penerapan Strategi Pembelajaran Kooperatif <i>Think Pair Share</i> (TPS) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIPA 4 MAN 1 Kota Kediri pada Materi Vertebrata (Fauziah Lailatu Nikmah, Dwi Ari Budiretnani, Poppy Rahmatika Primandiri)	405 - 408
Peningkatan Minat Siswa Terhadap Media Ulangan Harian Berbasis Aplikasi Smartphone Pada Pembelajaran IPA (Haning Hasbiyati, Diah Sudiarti)	409 - 414
Penerapan Metode <i>Pictorial Riddle</i> terhadap Penguasaan Konsep Fisika Dasar Mahasiswa Teknik Sipil Unisba Blitar (Hazairin Nikmatul Lukma, Deddy Setyawan, Chosinawarotin)	415 - 419
BIOTILIK Metode Pengukuran Kualitas Air dan Bahan Ajar Pendidikan Lingkungan Bagi Masyarakat (Pratama B. Purwanto, Tri Hardhaka, Mokhamad N. Zaman, Thasyah Irdianty, Siti L. M., Muhamad Luthfika)	420 - 425
Profil Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru Biologi di Universitas Kapuas Sintang, Kalimantan Barat (Rachmi Afriani, Marzuki)	426 - 429
Peningkatan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMAN 5 Kediri pada Mata Pelajaran Biologi dengan Strategi Pembelajaran <i>Group Investigation</i> Berbasis <i>Lesson Study</i> (Rinda Wahyutiani, Titis Mulyaningtiyas, Asep Satria Kurniawan, Sri Hidayati Rachmat, Sulistiono, Agus Muji Santoso)	430 - 435
Deskripsi Pelaksanaan Praktikum Biologi Pada Materi Sistem Pernapasan Kelas Xi Semester II di MAN 3 Bantul (Rismawati Ardiani Arum Sari, Hani Irawati)	436 - 441
Pengembangan Media Diorama Pada Pembelajaran Pesawat Sederhana Kelas V SDN Gunungsari, Kabupaten Madiun (Yuliana Ayu Maharani, Supriadi Joko, Cicilia Novi Primiani)	442 - 452
Peningkatan Motivasi Belajar Siswa Kelas X MIPA 5 SMA Negeri 5 Kediri pada Mata Pelajaran Biologi melalui Strategi Pembelajaran <i>Group Investigation</i> (GI) berbasis <i>Lesson Study</i> (Titis Mulyaniningtiyas, Rinda Wahyutiani, Asep Satria Kurniawan, Sri Hidayati Rachmat, Sulistiono, Agus Muji Santoso)	453 - 457

Menjadi Scientis dalam Pembelajaran Genetika melalui Implementasi Didactical Desain Research Berbasis Pengetahuan Metakognitif <i>(Elya Nusantari, Safriani Tayib, Aryati Abdul)</i>	458 - 469
Validitas Perangkat Pembelajaran Berorientasi Keterampilan Proses Sains untuk Melatih Kemampuan Berpikir dan Menanamkan Karakter bagi Siswa SMA Kota Gorontalo <i>(Masra Latjompoh)</i>	470 - 477





**MAKALAH UTAMA
SEMINAR NASIONAL VI HAYATI 2018**

lembar ini sengaja didesain kosong sebagai pembatas

Inovasi dan Potensi Riset dalam Pengembangan Keilmuan dan Pembelajaran

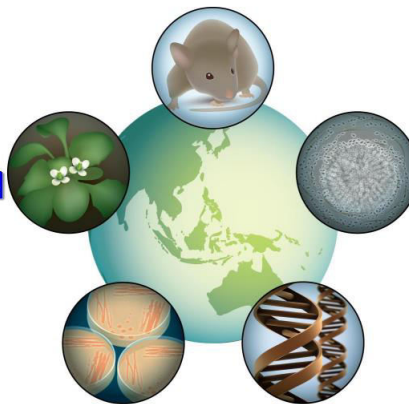
Hery Purnobasuki

Universitas Airlangga Surabaya

Email: hery-p@fst.unair.ac.id



INOVASI DAN POTENSI RISET DALAM PENGEMBANGAN KEILMUAN DAN PEMBELAJARAN



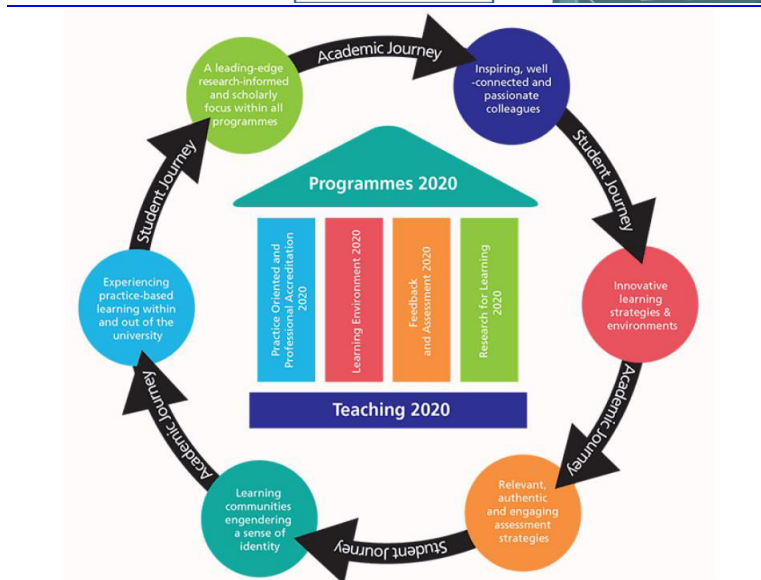
Hery Purnobasuki©2018
Scopus ID: 8544457800
ORCID : orcid.org/0000-0002-0562-2058



What we talk about when
we talk about research
into teaching
... or research-informed
teaching
... or research for
learning...



“A university is defined by the quality of its academic conversations, not by the technologies that service them.”



What is research?

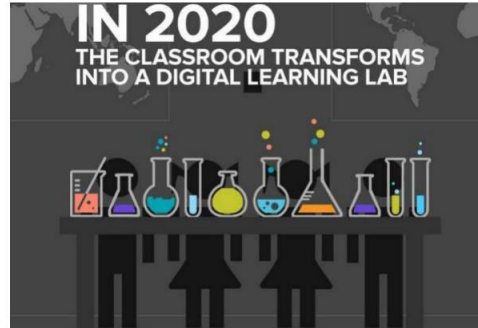
“a process of investigation leading to new insights, effectively shared”.





Learning 2020

“Learning 2020 will shape our long term direction so we achieve an outstanding performance across all of our teaching and academic programmes to help our students realize their full potential, **and to ensure our research impacts student learning.**”



Research for Learning

Draft objectives:

- provide innovative and effective learning opportunities
- promote student engagement with the latest thinking and practice in the discipline
- involving staff who are themselves engaged with research
- develop skills and attributes of significant value to future careers.



Research for Learning

Four inter-linked strands:

1. How research (including practice-based research and scholarship) feeds into programme design, curriculum content and delivery (and provides distinctiveness)
2. The direct contribution of research-active staff to teaching (including professoriate, doctoral candidates and research-only staff)



Research for Learning

Four inter-linked strands:

3. How pedagogic research can promote teaching excellence through innovative teaching practice and exciting learning environments
4. The acquisition of research and related employability skills among students

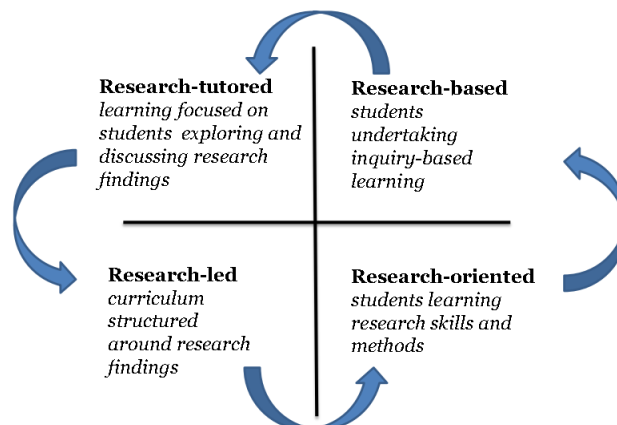


Research for Learning

Graduate attributes (Jenkins, for QAA Scotland)

- Informed of current developments in subject
- Critical thinking and understanding
- How knowledge is created, advanced and renewed
- Ability to identify and analyse complex problems, evaluate evidence and generate solutions
- Ability to employ analytical techniques and skills

Research-informed learning



After Healey M (2005) *Linking research and teaching: exploring disciplinary spaces and the role of inquiry-based learning*



Research for Learning

Key questions

What are we doing?

Is it successful? (best practice)

How can we strengthen integration? (policy, process, practice)

What are the barriers?

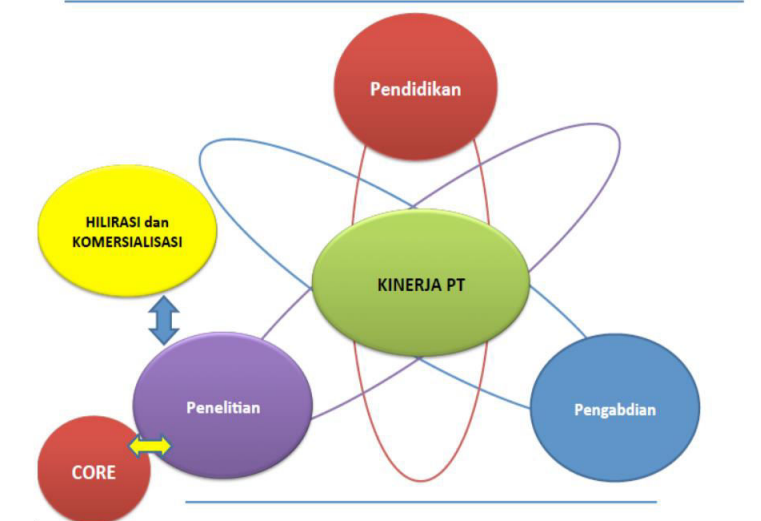
How can resources be deployed to enhance this?

Research for Learning

Some issues

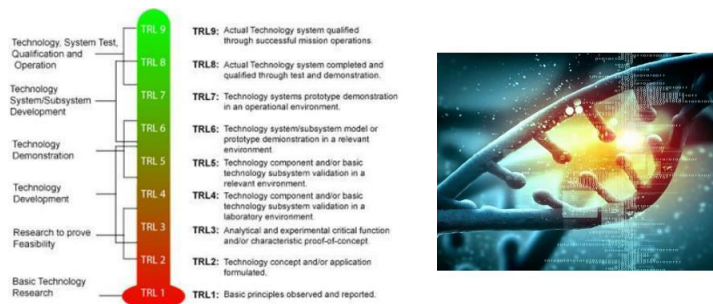
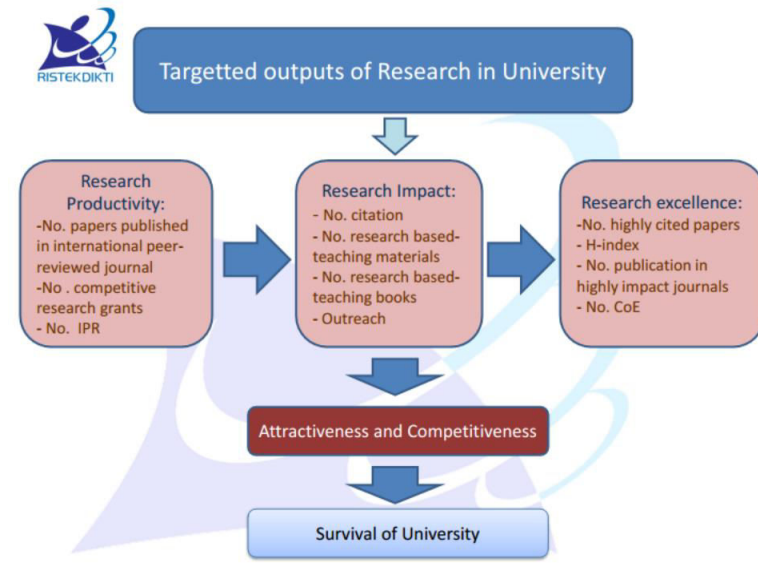
- Harnessing and promoting pedagogic research
- Time for scholarly activity and pedagogic research (and evaluation)
- Engaging excellent researchers in teaching and curriculum development
- Role of Research Centres
- Alignment of student interests and research strengths
- Integration of key roles, structures, investments across institution

Tri Dharma PT Vs Kemenristek Dikti

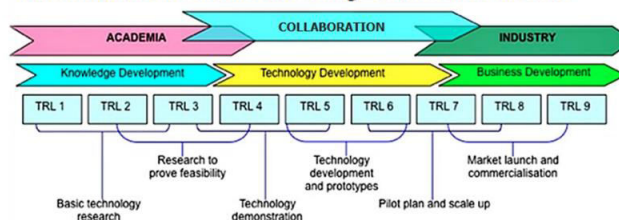


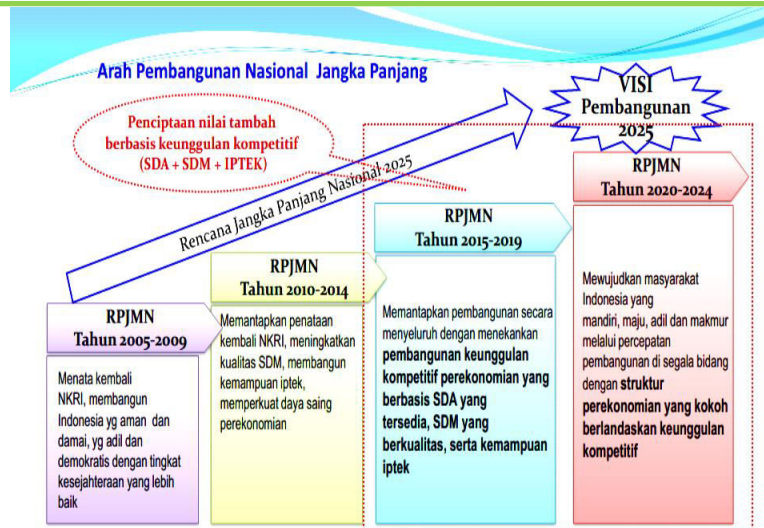
HE Research as Economic Driver

- Global knowledge-economy → Strategic importance of national research strategy
- National and regional development → production of new knowledge, knowledge transfer and economic performance
- Role and mission of HE → task of growing research capability and capacity no longer optional
- Innovation, application and knowledge specialization → competitive advantage and performance



The Innovation Chain: Converting Science into Wealth





Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi - Ditjen Penguatan Inovasi

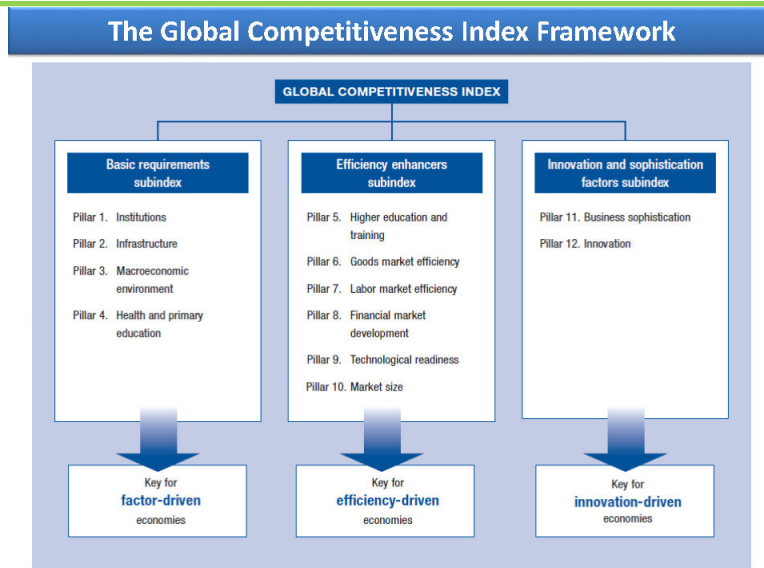
Arah Kebijakan Kemenristek Dikti

- Arah:**
1. Meningkatkan tenaga terdidik dan terampil berpendidikan tinggi.
 2. Meningkatkan kualitas pendidikan tinggi dan lembaga litbang.
 3. Meningkatkan sumber daya litbang dan pendidikan tinggi yang berkualitas.
 4. Meningkatkan produktivitas penelitian dan pengembangan.
 5. **Meningkatkan inovasi bangsa.**
- Fokus bidang utama :**
1. Pangan,
 2. Energi,
 3. Teknologi dan Manajemen Transportasi,
 4. Teknologi Informasi dan Komunikasi,
 5. Teknologi Pertahanan dan Keamanan,
 6. Teknologi Kesehatan dan Obat, dan
 7. Material Maju.

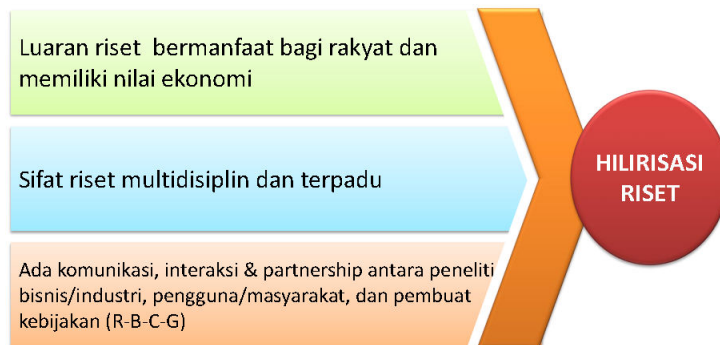
Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi - Ditjen Penguatan Inovasi

Tujuan dan Sasaran Strategis Kemenristekdikti 2015-2019





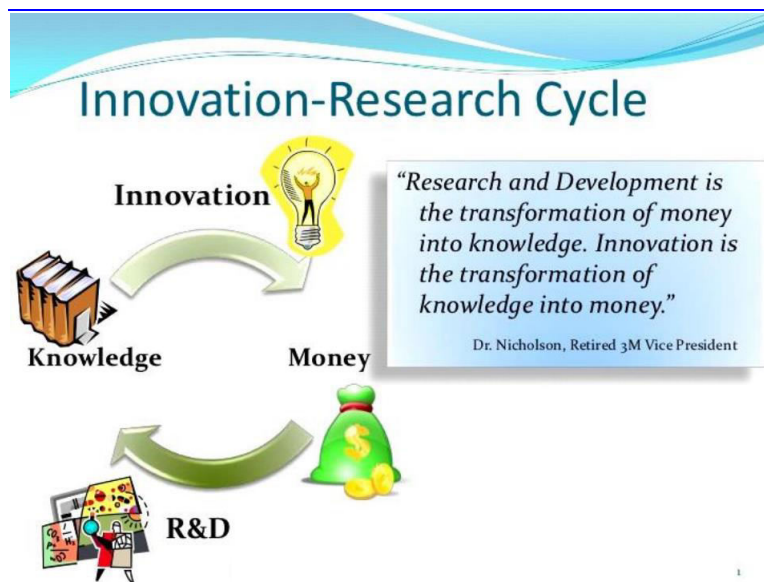
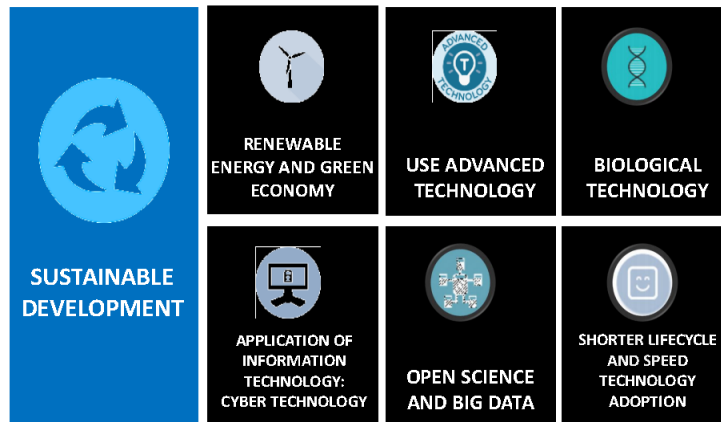
Hilirisasi Riset



Dampak Hilirisasi Riset



Trend in New Economy: Opportunities



Mengapa Harus Bersikap Inovatif ?






Karena :
Tuntutan zaman bahwa besok harus lebih baik dari hari ini, dan hari ini harus lebih baik dari kemarin !

Artinya :
Segala sesuatu harus selalu diperbaiki terus menerus tanpa henti

Konsekuensinya :
Siapapun juga harus bersedia berpartisipasi dalam memperbaiki kualitas kehidupan di segala bidang.

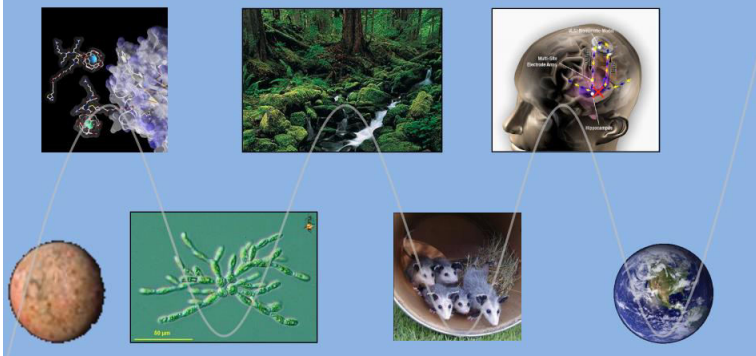
Jadi : siapapun juga harus mau dan mampu bersikap inovatif

Science Can Help Solve Some of the World's Greatest Challenges

Food	Energy	Protection
		
Providing enough healthy food for people everywhere	Decreasing our dependence on fossil fuels	Safeguarding life and the environment

Life in Transition

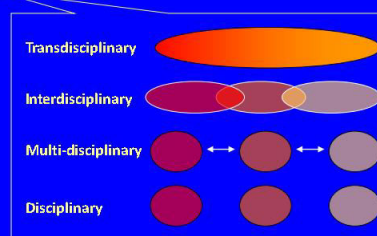
Biology is the narrative of life on Earth and the story of the unexpected...



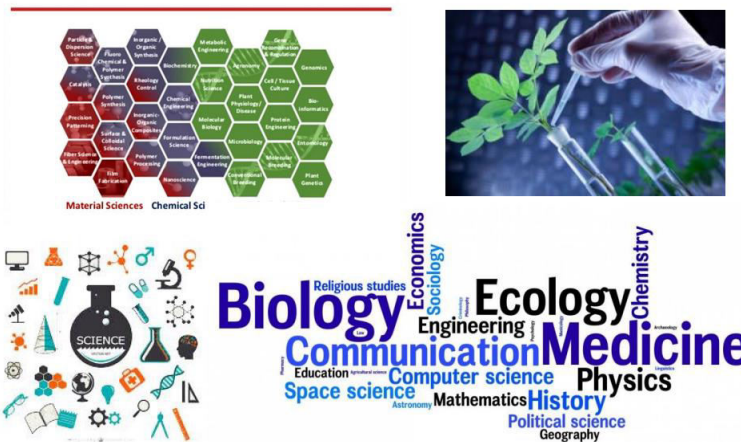
Life Sciences In Transition

The Role of Theory in Advancing 21st-Century Biology


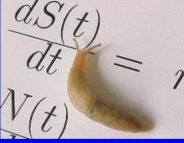

Catalyzing Transformative Research



Integrated Science is very important



Multidisciplinary Programs

- Dynamics of Coupled Natural and Human Systems 
- Interdisciplinary Training for Undergraduates in Biological and Mathematical Sciences 
- Ecology of Infectious Disease 

Program Peningkatan Kapasitas Inovasi

No	Program	Tujuan	Sasaran	Luaran
1	SISTEM INOVASI NASIONAL DAN DAERAH	Meningkatnya daya saing daerah	Terbangunnya sinergi aktor inovasi pusat dan daerah	Pengembangan Sistem Inovasi Daerah Berbasis Komoditas Unggulan di Berbagai Locus
2	PENGEMBANGAN PERUSAHAAN PEMULA BERBASIS TEKNOLOGI	<ul style="list-style-type: none"> • Penguatan Peran Inkubator Bisnis Teknologi • Penumbuhan tenant yang dibina untuk menjadi Perusahaan Pemula Berbasis teknologi • Pemodelan inkubasi wirausaha baru berbasis inovasi teknologi melalui Inkubator Bisnis Teknologi 	Tumbuhnya tenant yang dibina untuk menjadi perusahaan pemula berbasis teknologi	Adanya 54 tenant yang dibina untuk menjadi Perusahaan Pemula Berbasis Teknologi
3	PENERAPAN TEKNOLOGI DI INDUSTRI	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan kapasitas teknologi dan SDM Iptek untuk dimanfaatkan di industri • Meningkatkan kemampuan industri nasional yang pada akhirnya akan meningkatkan daya saing industri 	Meningkatnya jumlah teknologi lembaga litbang /perguruan tinggi/industri yang dimanfaatkan di industri.	terciptanya teknologi yang dapat dimanfaatkan di industri yang pada akhirnya akan menuju kemandirian iptek untuk industri.
4	DISEMINASI PRODUK TEKNOLOGI KE MASYARAKAT	Mempercepat diseminasi dan pemanfaatan teknologi yang potensial dari hasil riset dan inovasi lembaga litbang ke industri melalui penerapan iptek di masyarakat	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan komersialisasi produk inovatif ke industri; • Meningkatkan produktivitas, nilai tambah, kualitas maupun daya saing produk berbasis iptek di masyarakat. 	12 teknologi yang dihasilkan oleh lembaga litbang atau industri nasional yang bekerja sama dengan Pemerintah Daerah, yang dimanfaatkan oleh masyarakat, baik secara ekonomi maupun sosial



UNIVERSITAS AIRLANGGA
Excellence with Morality

Research
and **Innovation**

BERTAMA KASIH



hery-p@fst.unair.ac.id
081703850879

Potensi *Learning Community* dalam meningkatkan Kualitas Pembelajaran Biologi (*Biodiversitas*) Berbasis Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat

Marheny Lukitasari

Universitas PGRI Madiun

Email: marheny@unipma.ac.id

Abstrak

Perkembangan serta tantangan di abad 21 adalah peningkatan mutu dan daya saing sumber daya manusia sehingga mampu bertahan di era distrupsi serta perkembangan revolusi industri 4.0. Oleh karena itu dibutuhkan reformasi pendidikan dan peran aktif perguruan tinggi melalui pengembangan potensi *learning community* (LC) sebagai bentuk komunikasi serta hubungan penting dalam lingkup sempit antar individu maupun dalam lingkup yang lebih besar, yaitu antar ilmu pengetahuan, lembaga dan bahkan antar negara. Potensi biodiversitas dalam menopang serta memenuhi kebutuhan manusia dan bahkan makhluk hidup lain menjadi isu yang perlu diperhatikan dalam kaitannya untuk pelestarian serta kehidupan masa depan yang lebih baik. Pengembangan basis penelitian dengan tema biodiversitas membutuhkan kerjasama yang kuat dengan komunikasi aktif dan terencana melalui LC. Implementasi hasil penelitian kepada masyarakat merupakan kewajiban lain dari dosen di perguruan tinggi dengan tujuan meningkatkan kualitas kehidupan. Hasil penelitian serta pengabdian kepada masyarakat yang sudah dilaksanakan merupakan bekal yang baik untuk mengembangkan serta meningkatkan kualitas pelaksanaan pembelajaran. Teknis penerapan LC di dalam kelas dengan tujuan mengoptimalkan kemampuan belajar peserta didik menjadi target utama dalam pelaksanaannya. Kolaborasi LC khususnya di pendidikan tinggi yang terwujud melalui kegiatan penelitian, pengabdian kepada masyarakat sekaligus diterjemahkan dalam bentuk pembelajaran di kelas memiliki potensi untuk peningkatan kapasitas dan sumber daya manusia yang berkelanjutan.

Kata Kunci

learning community (LC), penelitian, masyarakat, biodiversitas

PENDAHULUAN

Tantangan baru dunia pendidikan di abad 21 adalah peningkatan mutu dan daya saing terutama di pendidikan tinggi. Abad 21 dengan banyak perubahan merupakan era distrupsi serta perkembangan revolusi industri 4.0. Era distrupsi merupakan era dengan dinamika perubahan yang sangat cepat dan mengubah pola lama yang ada dengan pola baru sesuai perkembangan. Era distrupsi diiringi dengan adanya revolusi industri 4.0 yang ditandai dengan perkembangan teknologi sehingga banyak ditemui pekerjaan yang sudah diganti dengan program digitalisasi, robot, operasional system sehingga mengurangi jumlah tenaga manusia yang mengerjakan atau mengoperasikannya. Disampaikan oleh Rhenal Kasali bahwa dalam

era dirupsi di abad 21 ini akan banyak perubahan dengan lima hal penting yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Distrupsi menimbulkan banyak penghematan biaya melalui kegiatan yang lebih sederhana (dengan adanya aplikasi dalam banyak bidang).
2. Distrupsi menghasilkan barang dan jasa yang lebih berkualitas daripada yang ada sebelumnya.
3. Distrupsi berpotensi mengembangkan pasar terbuka
4. Distrupsi menyebabkan adanya pola interaksi yang lebih luas untuk penyedia barang dan jasa sehingga menjadi lebih mudah diakses.
5. Distrupsi menyebabkan adanya banyak kemudahan, lebih *smart*, simple, hemat waktu dan akurasi tinggi.

Dalam dunia pendidikan juga terjadi evolusi dan pergeseran yang sangat luar biasa dengan adanya perkembangan tersebut. Saat ini dikenal juga adanya *Massive Open Online Course* (MOOC) serta AI (*Artificial Intelligence*) atau kecerdasan buatan yang sekarang banyak diaplikasikan dalam bentuk e-learning membawa banyak perubahan di dunia pendidikan. Tantangan berikutnya adalah data pengangguran terbuka yang disampaikan oleh badan pusat statistika nasional menunjukkan bahwa hingga tahun 2018 masih didapati 6,3% atau tepatnya adalah sebanyak 789.113 lulusan perguruan tinggi yang belum mendapatkan pekerjaan atau pengangguran. Kondisi ini menimbulkan pertanyaan terkait dengan kemampuan atau output sarjana tersebut, terkait dengan proses dan hasil yang selama ini sudah dilaksanakan. Amanah yang diemban perguruan tinggi terkait dengan tridarma yaitu pendidikan dan pengajaran, penelitian serta pengabdian masyarakat membutuhkan sinergi sehingga menjadi landasan kuat untuk menghasilkan lulusan yang berkualitas.

Banyak penelitian dan pemerhati pendidikan menyampaikan ide serta gagasan untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil lulusan termasuk di perguruan tinggi. Bagian penting yang perlu diperhatikan adalah adanya implementasi pembelajaran sosial melalui kolaborasi atau disebut sebagai *learning community* (LC). LC merupakan pendekatan social yang inovatif dan relative baru untuk membentuk lingkungan belajar bagi peserta didik sehingga terjadi sharing serta kolaborasi pengetahuan dan pemahaman antar disiplin ilmu untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar. Dalam penerapannya LC memiliki dimensi yang luas dan berbeda area untuk diterapkan dengan berbagai kepentingan dan tujuan. National Commission on Teaching and America's Future (NCTAF) dalam hasil review-nya menyampaikan saran untuk menerapkan LC karena akan memantapkan beberapa hal, seperti:

1. Membangun serta memperdalam pengetahuan dan pemahaman guru
2. Mengintegrasikan hal baru dalam LC dan kultur sekolah sehingga mendorong perkembangan professional guru secara berkesinambungan.
3. Mendorong perkembangan konstan melalui LC di sekolah
4. Mendorong adanya dialog dan komunikasi professional untuk mencapai tujuan dan sekaligus sebagai *best practice* dari LC itu sendiri

Mencermati fakta dan kondisi yang disampaikan maka sangatlah penting untuk terus membenahi diri, terutama karena kita berada di dunia pendidikan. Nelson mandela dengan pernyataannya yang terkenal mengungkapkan bahwa *education is the most powerfull weapon which you can use to change the world*, menyadarkan kita bahwa memang perkembangan

peradaban dan dunia sangat dipengaruhi oleh sumber daya manusia yang dihasilkan oleh proses pendidikan yang dilakukan. Berdasarkan fenomena yang kita hadapi di abad 21 dengan tantangan distrupsi sekaligus revolusi industry 4.0, maka pemaparan makalah ini akan disampaikan dalam bahasan LC yang ditinjau dari potensinya dalam mengembangkan penelitian, mengintegrasikan dalam pengabdian masyarakat dan meningkatkan kualitas pembelajaran.

Definisi *Learning Community* (LC)

Secara luas dengan makna bebas, maka *Learning Community* (LC) dapat didefinisikan sebagai sekelompok individu yang melakukan kegiatan berbagi pengetahuan dan pemahaman yang dimiliki, untuk kemudian secara terus menerus melakukan kegiatan yang terencana, membahas, dan melakukan refleksi dengan kritis untuk meningkatkan kualitas sesuai tujuan yang diinginkan. Dalam konteks ini, maka sekelompok individu yang dimaksud dapatlah terdiri dari berbagai dimensi, sebagai contoh, sekumpulan guru dalam kelompok musyawarah guru mata pelajaran (MGMP), kelompok kerja kepala sekolah (K3S), forum-forum kecil dan besar dalam kegiatan formal maupun informal, dan bahkan kelompok-kelompok siswa di ruang kelas kita. Perlu diperhatikan bahwa penerapan LC yang memiliki tujuan tertentu dilakukan dengan memperhatikan proses yang dilalui oleh setiap individu yang terlibat di dalamnya.

Konsep LC menjadi dorongan inovasi baru sebagai kritik terhadap proses pelaksanaan pembelajaran yang cenderung tertutup. Hal yang esensial dalam penerapannya adalah adanya harapan bahwa seluruh individu yang tergabung memiliki rasa tanggung jawab untuk menyampaikan dan membagikan pengetahuannya sehingga kesuksesan menjadi milik bersama. Kondisi tersebut sangat berbeda apabila dibandingkan model pembelajaran yang selama ini kita amati bersama di kelas-kelas kita. Sangat kental terasa bahwa masing-masing fasilitator berusaha mencapai tujuan yang diterapkan melalui usaha dirinya sendiri. Memang pada dasarnya tujuan yang diinginkan adalah bawah seluruh peserta didiknya mengalami kesuksesan dalam proses belajarnya, namun ditemui banyak hal yang dapat diperbaiki dalam kondisi standart tersebut. Dan apabila dirasa peserta didik tidak mencapai tujuan seperti yang ditetapkan, maka fasilitator menjadi bagian yang disalahkan. Prasangka seperti fasilitator sudah merasa nyaman dengan kondisi dengan indikasi tidak ada peningkatan kualitas pembelajaran, fasilitator kurang membimbing, fasilitator tidak mempersiapkan waktu berdiskusi dengan peserta didik, dan sibuk dengan kegiatan administrasi atau beban kurikulum yang harus diselesaikan. Mencermati kondisi tersebut maka LC dapat direkomendasikan sehingga membantu menyelesaikan persoalan-persoalan pembelajaran yang ditemui.

Evolusi perkembangan LC dalam bidang pendidikan di abad 20 dan abad 21 saat ini dapat dicermati dalam tabel berikut (Carroll, Fulton, Yoon, & Lee, 2005) :

Tabel 1. Evolusi *Learning Community* (LC) di era berbeda

Komponen	Abad 20	Abad 21
Design	Fasilitator menyusun rencana pembelajarannya secara mandiri, dengan hanya sedikit perubahan untuk pertumbuhan yang berkelanjutan.	Fasilitator memulai pembelajaran sesuai dengan kebijakan dan prosedur dan secara formal maupun informal menunjukkan dorongan kemajuan.
Teori	Hanya fasilitator tertentu yang mampu bertahan selama	Fasilitator baru akan merasakan kesenjangan keterampilan dan

	periode pembelajaran akan sukses	pengetahuan, sehingga membutuhkan <i>professional learning community</i> (PLC) yang akan membentuk gaya mengajarnya.
Waktu penerapan LC	Tidak ada kesadaran	Setidaknya diterapkan selama satu tahun
Rasa tanggungjawab	Oleh masing-masing individu	Tanggung jawab bersama (sekolah, wilayah, daerah)
Kerangka kerja fasilitator	Tidak ada	<ul style="list-style-type: none"> - Fasilitator hanya sebagai pendorong aktifitas belajar - Secara informal melakukan diskusi dengan teman sejawat (LC) - Fasilitator melakukan seleksi untuk berbagi tanggungjawab - Hanya sedikit atau bahkan tidak dibutuhkan training untuk fasilitator

Tabel 1 menunjukkan perkembangan LC yang berbeda dengan banyak faktor yang mungkin mempengaruhinya. Tampak di abad 20 keberadaan LC sudah ada namun belum berpotensi mempengaruhi kondisi pembelajaran karena ada kecenderungan seluruh prosesnya dikerjakan secara mandiri oleh fasilitator. Interaksi dan komunikasi hanya terjalin dengan frekuensi yang tidak terlalu banyak serta belum tumbuh kesadaran untuk bekerjasama. Di era abad 21 mulai tampak dan dimulainya kesadaran pentingnya komunikasi dan menjalin kerjasama secara lebih luas dengan pihak lain. Dukungan teknologi informasi dan komunikasi juga menjadi bagian penting yang tidak terpisahkan. Keberadaan media sosial juga menjadi pemicu terbentuknya LC lebih kondusif sehingga terjadi komunikasi antar fasilitator (Avalos, 2011).

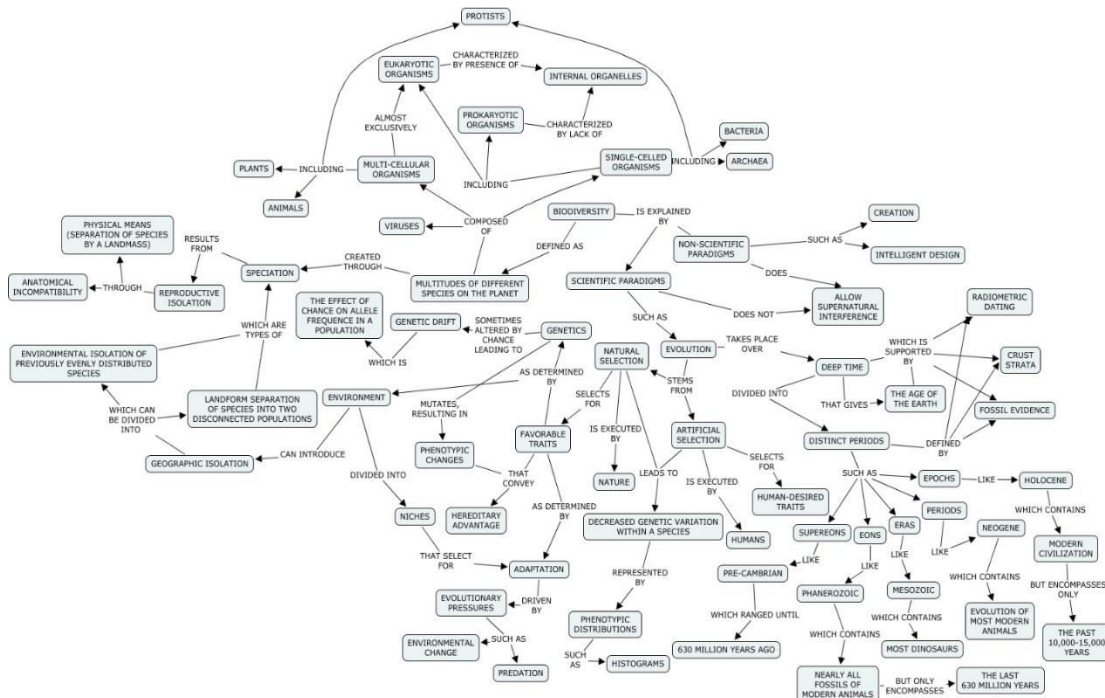
Potensi LC dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas penelitian

Menguatnya sumber daya manusia melalui kegiatan penelitian merupakan pilar penting bagi perguruan tinggi. Masih rendahnya hasil penelitian dari perguruan tinggi menjadi masalah yang serius dan berdampak terhadap peningkatan kualitas sumber daya manusia. Selain permasalahan dana, sarana dan prasarana pendukung, maka masalah interaksi antara sesama dosen dalam satu bidang ilmu maupun lintas bidang ilmu juga menjadi hal lain yang menjadi kendala. Seringkali terdapat kesenjangan baik kesempatan maupun dari sisi keilmuan antara dosen senior dan dosen junior. Fakta tersebut menjadikan terhambatnya penelitian yang akan dilakukan sehingga berdampak pada kemajuan keilmuan seorang dosen, institusi tempat mengajar dan jangka panjangnya berdampak pada perkembangan dan kemajuan suatu bangsa.

Meningkatkan kualitas maupun kuantitas jumlah penelitian dalam suatu institusi merupakan hal yang tidak mudah dilaksanakan namun juga bukanlah suatu hal yang mustahil. Dibutuhkan semangat dan kemauan untuk saling bekerjasama dan membuka pikiran melalui kegiatan sharing dan diskusi aktif yang dapat dilakukan antara sesama dosen secara formal maupun informal. Terbentuknya komunitas penelitian di kampus menjadi landasan serta langkah awal yang dapat dipergunakan sebagai ajang komunikasi antar civitas akademika, baik antara sesama dosen, senior dengan junior, dosen dengan mahasiswa dan bahkan juga antar

dosen dengan mahasiswanya. Proses komunikasi aktif tersebut akan membentuk LC yang memiliki peluang bagi dosen untuk mengembangkan diri khususnya dalam bidang penelitian.

Biologi dengan salah satu temanya yang terkenal adalah biodiversitas memiliki cakupan yang luas dan keterkaitannya dengan bidang ilmu yang lain. Perkembangan biodiversitas menjadi tema penelitian yang penting mencermati dampak perubahan global (Theobald et al., 2015) yang pasti akan berpengaruh signifikan terhadap dinamika keanekaragaman hayati sebagai komponen penting daya dukung lingkungan. Bagaimana keterkaitan biodiversitas dengan lingkungan, perkembangan peradaban, perubahan iklim, struktur masyarakat, pertumbuhan ekonomi, peralatan yang ramah lingkungan, dan keterkaitannya dengan banyak tema lainnya dapat menjadi topik-topik penelitian yang melibatkan berbagai disiplin ilmu.



Gambar 1. Kompleksitas penelitian biodiversitas yang ditinjau dari berbagai perspektif

Dalam konteks pengembangan penelitian multidisiplin ilmu, maka pertimbangan eksplorasinya patut diperhatikan. (Schaltegger & Beständig, 2010) menunjukkan bahwa dalam bidang jasa, eksplorasi biodiversitas dapat terbagi menjadi empat klasifikasi yang secara ringkas adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Eksplorasi biodiversitas berbentuk jasa serta potensi penelitian yang dapat dikembangkan melalui multidisipliner bidang kajian ilmu

Tipe jasa	Bentuk	Kajian penelitian
Provisioning service (Produk dari ekosistem)	Makanan	Biologi
	Minuman	Pendidikan
	Kehutanan	Manajemen
	Hasil hutan (getah, daun, obat, bunga, dll)	Kebijakan
		Kajian sosial

<i>Regulating service</i> (jasa yang diperoleh dari pengaturan suatu system)	Pengendalian iklim	Farmasi
	Hama penyakit	Agama
	Penggunaan air	Geografi
	Pengendalian erosi	Topografi
	Persilangan	Ketahanan pangan
	Penyerbukan	Klimatologi
<i>Cultural service</i> (berbasis perkembangan budaya)	Budidaya tanaman	Kimia
	Spiritual	Pertanahan
	Ekowisata	Kajian budaya
	Sosial	Kajian transportasi
<i>Supporting service</i> (jasa untuk mendukung produksi yang berasal dari ekosistem)	Budaya lokal	Perkembangan ekonomi
	Siklus hara	Sosiologi
	Siklus energy	Pengairan
	Formasi tanah	
	Siklus karbon	

Pengembangan basis penelitian dengan tema biodiversitas membutuhkan kerjasama yang kuat dengan komunikasi aktif dan terencana melalui LC. Kesenjangan yang timbul karena berbagai masalah baik personal maupun dalam ruang lingkup yang lebih besar akan dapat diminimalisasikan melalui penerapan LC di perguruan tinggi. Diskusi yang terjadi akan membuka kreatifitas berpikir serta terjalinnya komunikasi aktif untuk menemukan masalah sekaligus merumuskannya dalam bentuk penelitian yang dilakukan secara bersama.

Mengembangkan suatu penelitian sangatlah dibutuhkan kolaborasi dalam banyak bidang kajian ilmu sehingga akan memberikan nuansa baru dari penelitian yang dihasilkan. Untuk itu sangat dibutuhkan kesamaan visi dan karakteristik dari suatu komunitas dengan ciri seperti disampaikan (Moser PharmD, Berlie PharmD, Salinitri PharmD, McCuistion PharmD, & Slaughter MS, 2015) :

- a. keragaman keahlian dalam LC penelitian yang ada
- b. dimilikinya tujuan bersama untuk membangun pemahaman dan pengetahuan antar sesama anggota
- c. penekanan dilakukan pada proses membangun pengetahuan dan pemahaman
- d. ditentukannya metode yang dapat dipergunakan untuk berbagi pengetahuan dan pemahaman tersebut.

Potensi LC dalam bidang pengabdian pada masyarakat

Bentuk nyata aplikasi hasil penelitian adalah dipergunakannya hasil penelitian tersebut untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Sesuai dengan tridarma perguruan tinggi yang wajib diemban oleh dosen, yaitu 1) pendidikan dan pengajaran, 2) penelitian dan 3) pengabdian kepada masyarakat maka ketiga kewajiban tersebut membutuhkan sinergi yang saling terhubung. Dalam hal ini sangat dibutuhkan bahwa dosen yang sudah melaksanakan penelitian untuk bekerjasama dengan masyarakat dengan tujuan menerapkan hasil penelitiannya. Permasalahannya membangun komunikasi dan kerjasama dengan masyarakat bukan hal yang mudah dilakukan. Pola berpikir serta kultur masyarakat yang sangat beragam menjadi kendala tersendiri bagi dosen untuk menerapkan hasil penelitian. Namun kondisi tersebut tidak perlu menjadi penghambat aplikasi hasil penelitian di masyarakat apabila terus

diupayakan salah satunya dengan membentuk LC antara masyarakat ilmiah (dosen dan sivitas akademika) serta masyarakat non ilmiah (masyarakat non formal).

Sisi penting yang perlu diperhatikan saat ini adalah bahwa masyarakat modern perlu memiliki pola berpikir ilmiah sebagai masyarakat sains sehingga sadar keberadaannya dalam suatu ekosistem yang saling tergantung dengan makhluk hidup yang lain. Masyarakat perlu menyadari bahwa setiap pergerakan yang dilakukan akan membawa dampak positif maupun negatif bagi perkembangan lingkungan dan biodiversitas yang ada di dalamnya. Dengan demikian perubahan pola pikir masyarakat tersebut secara nyata akan berdampak pada perubahan global khususnya terkait dengan perkembangan biodiversitas (Theobald et al., 2015). Peningkatan pemahaman tersebut dapat dilakukan dengan transfer pengetahuan untuk penerapan hasil-hasil penelitian melalui diskusi dalam LC yang anggotanya terdiri dari masyarakat ilmiah (dosen dan mahasiswa) serta masyarakat umum (desa, kota, komunitas tertentu).

Peran LC sebagai jembatan untuk menghubungkan masyarakat formal dan masyarakat informal ini memiliki kelebihan dalam hal meningkatkan respon masyarakat pada umumnya terhadap perkembangan lingkungan khususnya ekosistem dan biodiversitas. Sangat dibutuhkan komunikasi aktif sebagai bentuk kepekaan dari perguruan tinggi untuk melatih masyarakat memiliki respon positif terhadap kebijakan negara termasuk masuknya pengetahuan melalui implementasi hasil penelitian. Dengan meningkatnya respon dan pemahaman masyarakat ini menjadikan masyarakat lebih siap menghadapi perubahan global dengan distrupsi dan revolusi industry 4.0 dan konsekuensi yang menjadi dampak pengiringnya.

LC dalam peningkatan proses kualitas pembelajaran

Peningkatan kualitas proses pembelajaran tidak terlepas dari peran komponen belajar yang ada di kelas bersangkutan. Dosen/ guru yang berperan sebagai fasilitator menjadi pemeran penting untuk mengkondisikan kelas sehingga optimal mendorong peserta didik belajar dengan baik. Penerapan *learning community* (LC) yang dilakukan dalam setiap metode pembelajaran menciptakan lingkungan belajar yang menjadikan peserta didik sebagai pusat belajar (Ancar, Freeman, & Field, 2007). Berdasarkan teori belajar kolaboratif dan kooperatif maka terciptanya lingkungan belajar dengan LC secara signifikan meningkatkan keterlibatan peserta didik, kepuasan, hubungan social, ketekunan sekaligus retensi dan perhatian. Di sisi lain tingkat kemandirian peserta didik menjadi lebih terlatih dan berkembang dari waktu ke waktu.

LC yang dijalankan secara terus menerus dalam kegiatan pembelajaran memberikan dampak terhadap peningkatan kualitas proses dan hasil sehingga mencapai tujuan yang sudah ditetapkan (Blankenship & Ruona, 2007); (Hilliard, 2011). Kualitas pembelajaran yang dilakukan pada dasarnya menjadi tanggungjawab fasilitator (guru atau dosen) sebagai kreator kegiatan yang dilaksanakan di kelas. Membentuk lingkungan belajar yang kondusif untuk mendorong peserta didik belajar dengan baik membutuhkan dorongan komunitas untuk membentuk dan menolong fasilitator baru menjadi fasilitator yang baik bahkan fasilitator yang luar biasa. Melalui dialog serta komunikasi yang intens menjadi jembatan komunikasi akademis yang potensial dalam meningkatkan profesionalitas fasilitator baru. Pengalaman yang didapat oleh senior akan menjadi pembelajaran berharga bagi mereka. Kondisi tersebut penting diperhatikan, karena terjadi percepatan peningkatan kemampuan yang dapat segera

diwujudkan. Dalam perkembangannya, kolaborasi antar fasilitator (lama dan baru) menjadi bentuk *professional learning community* (PLC) yang dampaknya juga akan dirasakan di dalam masing-masing kelas yang dibina oleh masing-masing fasilitator tersebut (Underwood, 2007); (Stoll, Bolam, McMahon, Wallace, & Thomas, 2006).

Pembelajaran biodiversitas bagi peserta didik dapat menjadi tema yang menyenangkan maupun sebaliknya. Konsep-konsep pengenalan alam serta cara mengkonservasinya membutuhkan kreatifitas berpikir sehingga memunculkan kesadaran untuk menjaga dan melestarikannya. (Tshiningayamwe, 2016) menyatakan bahwa biodiversitas global memainkan peran penting untuk mempertahankan serta meningkatkan kesejahteraan manusia di muka bumi. Namun kenyataan sebaliknya data UNESCO menunjukkan bahwa biodiversitas mengalami ancaman dan membutuhkan perhatian serius untuk penanganannya. Mengatasi permasalahan ancaman biodiversitas membutuhkan pengetahuan yang diawali dari sekolah mulai dari pendidikan dasar, menengah hingga pendidikan tinggi. Perkembangan pembelajaran dan kemajuan Biologi yang sangat pesat memang menjadi trend baru dengan semakin meningkatnya kesadaran bahwa manusia membutuhkan daya dukung ekosistem untuk keberlanjutan kehidupannya.

Menyampaikan dan membelajarkan isu biodiversitas beserta potensi, ancaman, peluang serta penanganannya di kelas sangat perlu dilakukan. Sebagai negara besar, Indonesia yang negara tropis merupakan tempat megabiodiversitas dengan potensi untuk pengobatan tradisional, pertanian, industry, sumber energi serta daya dukung lingkungan di dunia (von Rintelen, Arida, & Häuser, 2017). Perubahan iklim, eksploitasi, perubahan habitat, yang mengancam biodiversitas menjadi tantangan dalam teknis pembelajaran. Pendekatan inkuiri atau *project based learning* (PBL) yang biasa dilakukan dalam pembelajaran Biologi memang memiliki kelebihan untuk membantu peserta didik berpikir dengan metode ilmiah dalam mencermati kondisi alam. Integrasi LC dalam setiap kegiatan pembelajaran yang dilakukan secara signifikan juga akan meningkatkan pemahaman dan hasil belajar peserta didik.

Terbentuknya LC yang difasilitasi oleh dosen maupun guru dalam kegiatan pembelajaran menunjukkan terjadinya banyak peningkatan dalam diri peserta didik. Fokus keberhasilan belajar yang dapat diidentifikasi dari kemampuan memecahkan masalah, kreatifitas, kemampuan berkomunikasi, profesionalisme serta kolaborasi dapat didesain dengan mengoptimalkan LC. Perlu diperhatikan kondisi anggota dalam LC antara lain: 1) keragaman kemampuan dalam kelompok yang dibentuk, 2) ditentukannya tujuan bersama untuk mengembangkan pengetahuan dan pemahaman, 3) penekanan pada proses dan hasil serta 4) ditentukannya langkah untuk berbagi pengetahuan dalam kelompok LC yang terbentuk (Moser PharmD et al., 2015). Penerapan di kelas cenderung lebih sederhana karena hanya melibatkan peserta didik dengan satu atau dua fasilitator sesuai tema untuk satu kali tatap muka.

SIMPULAN

Mempelajari biodiversitas dengan kompleksitasnya membutuhkan kolaborasi antar banyak komponen yang terlibat. *Learning community* (LC) yang diterapkan dalam berbagai lingkungan dalam konteks penelitian, pengabdian pada masyarakat serta pendidikan dan pengajaran memiliki potensi untuk meningkatkan sumber daya manusia di masa depan. Revolusi peran guru sebagai sumber belajar atau pemberi pengetahuan di era revolusi 4.0 menjadi mentor, fasilitator, motivator, bahkan inspirator dalam mengembangkan imajinasi, kreativitas, serta

karakter melalui LC akan mampu membentuk siswa yang dibutuhkan di masa depan. Membangun LC antar institusi, antar disiplin ilmu, dan termasuk antar wilayah yang beragam perlu diperluas dan diperdalam untuk meningkatkan efisiensi pertumbuhan yang harmonis dalam menghadapi percepatan perubahan di era disrupsi dan revolusi 4.0.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terimakasih serta penghargaan setinggi-tingginya kepada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Nusantara PGRI Kediri yang telah memberikan kesempatan penulis untuk menyampaikan paparan terkait *learning community* (LC). Seluruh civitas akademika Program Studi Pendidikan Biologi Universitas PGRI Madiun atas dukungan yang diberikan. Semoga LC yang sudah terbangun akan menjadi semakin maju di masa mendatang

DAFTAR RUJUKAN

- Ancar, L. N., Freeman, S. A., & Field, D. W. (2007). Professional Connections through the Technology Learning Community. *Journal of Technology Studies*, 33(2), 73–78.
- Avalos, B. (2011). Teacher professional development in Teaching and Teacher Education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 10–20.
- Blankenship, S. S. (University of G., & Ruona, W. E. A. (University of G. (2007). Professional Learning Communities and Communities of Practice: A Comparison of Models, Literature Review. *Online Submission*.
- Carroll, T., Fulton, P., Yoon, I., & Lee, C. (2005). Induction into learning communities. *Report Prepared for Commission ...*, 27.
- Hilliard, A. T. (2011). Practices and Value of a Professional Learning Community in Higher Education. *Contemporary Issues in Education Research*, 5(2), 71–74.
- Moser PharmD, L., Berlie PharmD, H., Salinitri PharmD, F., McCuiston PharmD, M., & Slaughter MS, R. (2015). Enhancing Academic Success by Creating a Community of Learners. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 79(5), 1–9.
- Schaltegger, S., & Beständig, U. (2010). Corporate Biodiversity Management Handbook: A Guide For Practical Implimentation. *Management*.
- Stoll, L., Bolam, R., McMahon, A., Wallace, M., & Thomas, S. (2006). *Professional Learning Communities: A Review of the Literature*. *Journal of Educational Change* (Vol. 7).
- Theobald, E. J., Ettinger, A. K., Burgess, H. K., DeBey, L. B., Schmidt, N. R., Froehlich, H. E., ... Parrish, J. K. (2015). Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research. *Biological Conservation*, 181, 236–244.
- Tshiningayamwe, S. A. N. (2016). Enhancing Life Sciences Teachers ' Biodiversity Knowledge. *Southern African Journal of Environmental Education*, 32.
- Underwood, J. M. (2007). Study of the Implementation of a Professional Learning Community in one Middle School in Georgia.
- von Rintelen, K., Arida, E., & Häuser, C. (2017). A review of biodiversity-related issues and challenges in megadiverse Indonesia and other Southeast Asian countries. *Research Ideas and Outcomes*, 3, e20860.

Penguatan Mutu Pendidikan melalui Integrasi Hasil Riset dalam Pembelajaran: Studi Kasus Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Riset Mutasi Gen *CpTI* pada *Jatropha curcas* L.

Poppy Rahmatika Primandiri

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Nusantara PGRI Kediri

Email: poppyprimandiri@unpkediri.ac.id/ primandiripoppy@gmail.com

Abstrak

Penelitian merupakan sarana penting untuk meningkatkan mutu pembelajaran. Hasil penelitian dapat membantu dosen dalam menyampaikan materi dengan contoh nyata dapat membantu peserta didik memahami ide, konsep, dan teori penelitian. Hasil penelitian dapat dikembangkan menjadi bahan ajar, baik cetak maupun non cetak. Hasil yang didapatkan, terjadi peningkatan pemahaman konsep pada mahasiswa, meskipun miskonsepsi masih ditemukan dengan rata-rata 19,09%.

Kata Kunci

Pembelajaran,
Hasil Riset
Bahan Ajar

PENDAHULUAN

Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2012 dan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) dijadikan sebagai acuan pengembangan kurikulum Pendidikan Tinggi. Deskripsi kualifikasi pada tingkat sarjana (jenjang 6) KKNI berkaitan erat dengan aspek-aspek yang dikendaki untuk keterampilan abad 21 (Santoso dan Primandiri, 2017). Kemampuan kerja yang diharapkan pada jenjang 6 yaitu mengaplikasikan, mengkaji, membuat desain, memanfaatkan IPTEKS, dan menyelesaikan masalah. Kompleksitas ranah aspek keterampilan abad 21 maupun deskripsi level 6 untuk sarjana menuntut berbagai bidang kehidupan turut mendukung, termasuk bidang pendidikan (Primandiri, 2017).

Menurut Zubaidah, (2014); Zubaidah, (2016), dengan memperbaiki kualitas pembelajaran menjadi salah satu bentuk peran pendidikan dalam mendukung pencapaian berbagai aspek keterampilan abad 21. Khususnya dalam membantu peserta didik selama melalui tahapan-tahapan aktivitas belajar yang berkaitan dengan pemrosesan informasi agar menjadi pengetahuan baru yang bermakna (Santoso & Primandiri, 2017).

Penelitian-penelitian sains terus bertambah seiring dengan kemajuan teknologi. Era sains bidang *bioengineering* berkembang setelah berkembangnya era informasi (Galbreath, 1999). Inti dari *bioengineering* adalah kajian biologi molekular (Amin, 2015; Amin, 2016). Dalam empat dekade sejak penemuan DNA, genetika molekular telah mengalami revolusi di dalam kegiatan penelitian dan aplikasi dalam teknik-teknik yang digunakan (Amin, 2003; Amin, 2015). Hasil penelitian bidang genetika terus berkembang sejalan dengan eksplorasi pemetaan genom disimpan dalam pusat *data base bank gen (gene bank)* (Fatchiyah *et al*, 2014).

Salah satu isu terkini yang dapat diangkat adalah isu tentang energi. Salah satu tanaman yang mendapat perhatian karena potensi minyak bijinya yang dapat dipakai sebagai alternatif biodiesel adalah *Jatropha curcas*. Beberapa kajian empiris melaporkan keuntungan

penggunaan biji *J. curcas* sebagai sumber energi alternatif, antara lain biodiesel dari minyak *J. curcas* memiliki karakteristik yang sama dengan solar, bahkan analisis nilai kalor memiliki karakteristik yang lebih baik dari pada solar (Suhartanta & Arifin, 2008), karakteristik biodiesel dari minyak *J. curcas* memenuhi syarat mutu SNI (Harimurti & Sumangat, 2011), metil ester minyak *J. curcas* menjadi bahan bakar alternatif yang baik untuk mesin diesel (Rao *et al.*, 2009), dan nilai viskositas kinematik dan *cetane* metil ester minyak *J. curcas* sedikit lebih tinggi daripada solar sehingga menguntungkan untuk pembakaran (Singh & Padhi, 2009).

Primandiri *et al.* (2012) melaporkan terdeteksinya gen *Tl* pada *J. curcas*. Gen *Tl* mampu meregulasi ketahanan tanaman dari faktor biotik dan abiotik (Sanchez *et al.*, 2004; Srinivasan *et al.*, 2009). Pada *data base*, protein *Trypsin inhibitor* banyak ditemukan pada kelompok Fabaceae. Eksplorasi *data base* gen penyandi protein *Tl* perlu dilakukan karena diharapkan informasi tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk mengeksplorasi *data base Tl* genom *J. curcas* (Primandiri *et al.*, 2016a). Salah satu hasil saat mengeksplorasi *data base* adalah didapatkannya mutasi yang ada pada *data base* yang dapat menjadi contoh riil dalam pembelajaran.

Mutasi adalah proses yang menghasilkan perubahan struktur DNA atau kromosom. Mutasi yang terjadi pada DNA dapat berupa adisi, delesi, serta substitusi. Mutasi yang banyak terjadi adalah substitusi pada posisi ketiga kodon. Persentase substitusi basa pada posisi ini mencapai lebih dari 50 % dari semua mutasi yang terjadi (Amin, 2003). Primandiri dan Santoso (2015) melaporkan salah satu temuannya bahwa ada kendala dalam pembelajaran genetika molekuler tanaman bagi calon guru Biologi. Khususnya pada konsep mutasi, salah satunya disebabkan belum digunakannya *data base* genome hasil riset untuk menunjukkan pola mutasi. Seringkali dosen masih menggunakan sekuen gen hasil transkripsi yang disusun secara sembarang (acak, tanpa dasar). Sekuen gen yang disajikan cenderung tanpa dasar prediksi struktur protein yang akan terbentuk dari sekuen asam amino yang dihasilkan dari sekuen gen tersebut. Kondisi demikian cenderung mendorong munculnya pemahaman yang kurang benar pada mahasiswa tentang konsep sekuen gen fungsional.

PEMBAHASAN

Integrasi Hasil Riset dalam Pembelajaran

Penelitian merupakan sarana penting untuk meningkatkan mutu pembelajaran karena terdiri dari komponen latar belakang, prosedur, pelaksanaan, hasil penelitian dan pembahasan serta publikasi hasil penelitian. Komponen tersebut memberikan makna penting yaitu formulasi permasalahan, penyelesaian permasalahan, dan mengkomunikasikan manfaat hasil penelitian sehingga diyakini mampu meningkatkan mutu pembelajaran (Widayati *et al.*, 2010). Hasil penelitian yang ditulis dalam bentuk bahan ajar efektif digunakan karena memenuhi unsur kekinian, aplikatif (Parmin & Peniati, 2012), dan terbukti secara ilmiah (Primiani & Susianingsih, 2010). Selain itu, pengembangan bahan ajar berbasis penelitian dapat memperluas dan memperdalam materi secara aplikatif (Primiani, 2014). Dosen dapat mendeskripsikan proses kerja dan hasil penelitian sebagai contoh nyata yang diharapkan dapat membantu mahasiswa untuk memahami konsep yang sedang dipelajari (Primandiri, 2017). Bahan ajar berbasis penelitian berisi contoh nyata yang diharapkan dapat membantu peserta didik memahami ide, konsep, dan teori penelitian (Widayati *et al.*, 2010; Handayani, 2014). Pada kegiatan perkuliahan, nilai, etika, dan praktik penelitian yang sesuai dengan

bidang ilmu yang diajarkan dapat disampaikan untuk memberikan inspirasi kepada peserta didik (Widayati *et al*, 2010).

Tujuan pembelajaran berbasis penelitian menurut Widayati *et al*, (2010) antara lain 1) meningkatkan kebermaknaan mata kuliah agar lebih bersifat kontekstual melalui pemaparan hasil-hasil penelitian, 2) memperkuat kemampuan berpikir peserta didik sebagai peneliti, 3) melengkapi pembelajaran melalui internalisasi nilai penelitian, praktik, dan etika penelitian dengan cara melibatkan penelitian, 4) meningkatkan pemahaman tentang peran penelitian dalam inovasi sehingga mendorong peserta didik untuk selalu berpikir kreatif di masa datang, 5) meningkatkan kualitas pembelajaran secara umum.

Sifat pembelajaran berbasis penelitian menurut Widayati *et al*, 2010 antara lain 1) mendorong dosen untuk melakukan penelitian atau mengupdate keilmuannya dengan membaca dan memanfaatkan hasil penelitian orang lain sebagai bahan pembelajaran, 2) mendorong peran peserta didik lebih aktif dalam proses pembelajaran, bahkan menjadi mitra aktif dosen, 3) peserta didik menjadi lebih kompeten dalam keilmuan dan penelitian serta terampil mengidentifikasi persoalan serta memecahkannya dengan baik, 4) peserta didik memiliki kemandirian, kritis, dan kreatif sehingga memberikan peluang munculnya ide dan inovasi baru, dan 5) peserta didik dilatih memiliki etika, khususnya etika profesi misalnya menjauhkan diri dari perilaku buruk misalnya plagiarisme.

Peningkatan Pemahaman Konsep dengan Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Riset

Kelayakan bahan ajar berpendekatan molekuler dilaporkan Primandiri & Zunaidah (2017) yaitu berdasarkan penilaian validator ahli materi dan bahasa yaitu 92,93%; penilaian validator media dan desain pembelajaran yaitu 88,68%; penilaian praktisi yaitu 93,6%. Lebih lengkap dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Hasil Validasi Materi dan Bahasa

No.	Indikator Aspek Penilaian	Validator			
		1	2	3	4
1.	Sistematika bahan ajar	4	3,8	4	3,8
2.	Tata bahasa kalimat penyajian materi	3,5	3,8	3	3,5
3.	Petunjuk Penggunaan	3,67	4	4	4
4.	Kelayakan Isi atau Relevansi	4	4	4	2,6
5.	Keakuratan	4	4	3	3,67
Jumlah		19,17	19,6	18	17,57
Skor Akhir (%)		95,85	98	90	87,85
Rata-rata (%)		92,93 (Sangat valid)			

Sumber: Primandiri & Zunaidah (2017)

Tabel 2 Hasil Validasi Media dan Pembelajaran

No.	Indikator Aspek Penilaian	Validator	
		1	2
1.	Kelengkapan Penyajian	4	3,16
2.	Bagian Awal	3,75	3,75
3.	Bagian Isi	3,75	3,25
4.	Bagian Penutup	3,5	3,5
5.	Kelayakan Kegrafikan	4	3
6.	Desain Cover	3,86	3,14
7.	Desain Buku	3,75	3,25

Jumlah	26,61	23,05
Skor Akhir (%)	95,04	82,32
Rata-rata (%)	88,68 (Sangat valid)	

Sumber: Primandiri & Zunaidah (2017)

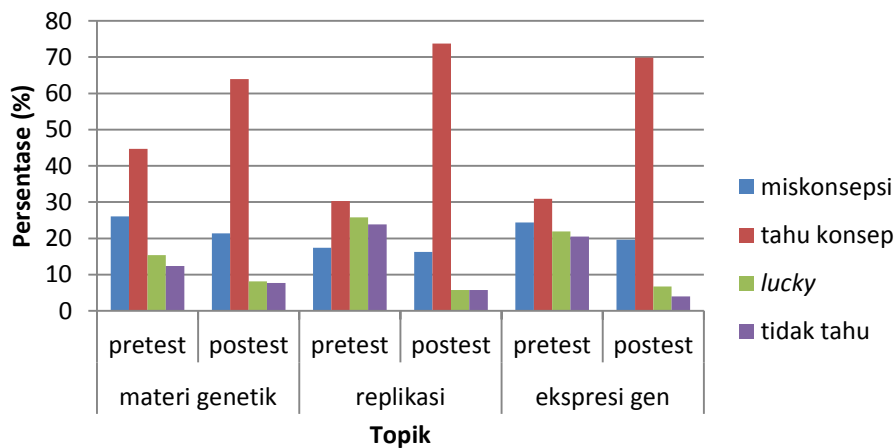
Tabel 3 Hasil Validasi Praktisi

No.	Indikator Aspek Penilaian	Praktisi	
		1	2
1.	Sistematika bahan ajar	3,8	3,6
2.	Tata bahasa kalimat penyajian materi	3,6	3,9
3.	Petunjuk Penggunaan	3,67	3,67
4.	Kelayakan Isi atau Relevansi	3,8	3,4
5.	Keakuratan	4	4
Jumlah		18,87	18,57
Skor Akhir (%)		94,35	92,85
Rata-rata (%)		93,6 (Sangat valid)	

Sumber: Primandiri & Zunaidah (2017)

Berdasarkan validator ahli dan praktisi, bahan ajar yang dikembangkan dari hasil penelitian layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Dosen dapat mendeskripsikan proses kerja dan hasil penelitian sebagai contoh nyata yang diharapkan dapat membantu mahasiswa untuk memahami konsep yang sedang dipelajari (Primandiri & Zunaidah, 2017).

Bahan ajar yang dikembangkan, digunakan selama proses pembelajaran. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1 yaitu persentase siswa yang mengalami miskonsepsi, tahu konsep, tidak tahu konsep, dan *lucky* pada topik materi genetik, replikasi, dan ekspresi materi genetik pada pretest dan posttest.



Gambar 1 Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Masing-masing Topik

Berdasarkan Gambar 1, sebagian besar mahasiswa termasuk kriteria tahu konsep pada semua topik setelah menggunakan bahan ajar, dengan persentase rata-rata di atas 50%. Persentase mahasiswa tahu konsep tertinggi pada topik replikasi (73,75%), topik ekspresi

materi genetik (69,87%), dan topik materi genetik (63,94%). Meskipun masih ada mahasiswa yang mengalami miskonsepsi dengan rata-rata 19,09%.

Dengan penggunaan contoh riil dari hasil penelitian, diharapkan dapat memberikan konsep yang benar. Misalnya, dosen memberikan contoh sekuen dari penelitian, melalui contoh tersebut dapat diprediksi secara benar mutasi yang terjadi dan prediksi sekuen asam amino, sehingga mahasiswa tetap bisa mengikuti perkembangan ilmu (Primandiri *et al*, 2016b). Hal tersebut diperkuat oleh Amin (2015) bahwa hasil-hasil penelitian kekinian dapat membantu memberikan wawasan dan titik tumpu pengembangan pendidikan. Selain itu kontekstualisasi materi ajar dapat membantu siswa untuk lebih mempertahankan pemahamannya (retensi) (Amin, 2015).

SIMPULAN

Hasil penelitian harus dikembangkan untuk pembelajaran dalam bentuk cetak ataupun non cetak. Hasil penelitian dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa karena contoh yang disajikan kontekstual.

DAFTAR RUJUKAN

- Amin, M. 2003. *Characretization and Application of Molecular Markers in the Peking Duck and Other Waterfowl Species*. Doctoral Dissertation. Halle: Faculty of Agriculture, Marthin Luther University.
- Amin, M. 2015. Biologi sebagai Sumber Belajar untuk Generasi Mendatang yang Berintegritas dan Berperadaban Tinggi. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Malang. Kemristekdikti.
- Amin, M. 2016. *Pesatnya Perkembangan Biologi dan Tantangan Pembelajarannya Pada Abad 21*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Sain Teknologi dan Pembelajarannya dengan tema Isu-isu Kontemporer Sains, Lingkungan dan Inovasi Pembelajarannya di Universitas Muhammadiyah Surakarta. 21 Mei 2016.
- Fatchiyah, Arumingtyas, E.L., Widyarti, S., Rahayu, S. 2014. *Prinsip Analisis Biologi Molekuler*. Malang: UB Press.
- Galbreath, J. 1999. Preparing the 21st Century Worker: The Link Between Computer Based Technology and Future Skill Set. *Educational Technology* (November-December 1999).
- Handayani, S. 2014. *Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Pengujian di Laboratorium sebagai Upaya Peningkatan Kompetensi*. Makalah disajikan dalam Prosiding Konvensi Nasional Asosiasi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan (APTEKINDO) ke 7 FPTK Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 12–15 November.
- Harimurti, N., Sumangat, D. 2011. Pengolahan Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) menjadi Sumber Bahan Bakar Nabati dan Pemanfaatan Produk Samping. *Buletin Teknologi Pascapenen Pertanian*, (Online), 7 (1): 48-55, (www.ejurnal.litbang.pertanian.go.id), diakses tanggal 21 April 2017.
- Parmin & Peniati, E. 2012. Pengembangan Modul Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar IPA Berbasis Hasil Penelitian Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1 (1): 8-15, (<http://journal.unnes.ac.id>), diakses tanggal 1 Juni 2017.

- Primandiri, P.R., Amin, M., Maftuchah. 2012. *Analisis Molekuler Gen CpTI (Cowpea Trypsin Inhibitor) Tanaman Jarak Pagar (Jatropha curcas L.) Toleran Cekaman Kekeringan*. Prosiding Seminar Nasional MIPA dan Pembelajaran, Malang, 13 Oktober.
- Primandiri, P.R. & Santoso, A.M. 2015. *Evaluasi Perkuliahan Genetika untuk Calon Guru Biologi di Universitas Nusantara PGRI Kediri*. Prosiding Seminar Nasional XII Biologi, Sains, Lingkungan dan Pembelajarannya, Pendidikan Biologi FKIP UNS, 8 Agustus.
- Primandiri, P.R., Amin, M., Zubaidah, S., Maftuchah, Santoso, A.M. 2016a. *Profil Gen Penyandi Protein Trypsin Inhibitor Tanaman Fabaceae Pada Data Base*. Prosiding Seminar Nasional Biologi 2016 FMIPA UNESA, 20 Pebruari, 121-124.
- Primandiri, P.R., Amin, M., Zubaidah, S., Maftuchah, Santoso, A.M. 2016b. *Pattern of Nucleotides Subtitution of CpTI Gen in Some Plants as Teaching Material of Molecular Genetics for Biology Education Students*. Proceeding International Biology Conference ITS Surabaya, 15 October.
- Primandiri, P.R. 2017. Analisis Variasi Gen *Trypsin Inhibitor Jatropha curcas* L. Sebagai Materi Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Genetika. Disertasi tidak diterbitkan, Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Primandiri, P.R., Zunaidah, F.N. 2017. *Kelayakan Bahan Ajar Genetika Berpendekatan Molekuler Berbasis Penelitian*. Prosiding Seminar Nasional Biologi, IPA dan Pembelajarannya UNMUH Jember, 15 Juli.
- Primiani, C.N., Susianingsih, M.D. 2010. Meningkatkan Aktivitas dan Prestasi Belajar Biologi Melalui Pendekatan Kontekstual dengan Media Herbarium dan Insektarium. *Paedagogia*, (Online), 13 (1): 71-77, (<http://jurnal.fkip.uns.ac.id>), diakses tanggal 1 Juni 2017.
- Primiani, C.N. 2014. Pengembangan Buku Ajar Berbasis Penelitian Bahan Alam Lokal sebagai Estrogenik pada Mata Kuliah Fisiologi Hewan. *Prosiding Mathematics and Sciences Forum 2014*. ISBN 978-602-096000-5.
- Rao, Y.V.H., Voleti, R.S., Hariharan, V.S., Raju, A.V.S. & Redd, P. N. 2009. Use of Jatropha Oil Methyl Ester and Its Blends as an Alternative Fuel in Diesel Engine. *J. of the Braz. Soc. of Mech. Sci. & Eng.*, (Online), 16 (3): 253-260, (<http://www.scielo.br>), diakses tanggal 21 April 2017.
- Sanchez-H. C., Martinez-G. N., Guerrero-R. A., Valdes-R. S. & Delano-F. J. 2004. Trypsin and Alpha-Amylase Inhibitors are Differentially Induced in Leaves of Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) in Response to Biotic and Abiotic Stress. *Physiol Plantarum*, (Online), 122: 254-264, (<https://www.researchgate.net>), diakses tanggal 10 Pebruari 2010.
- Santoso A.M., Primandiri P.R. 2017. Respon Mahasiswa terhadap Pelaksanaan PPL I Berbasis *Lesson Study*. *Jurnal Bioma*, 2 (1): 12-18.
- Singh, R.K. & Padhi, S.K. 2009. Characterization of Jatropha Oil for The Preparation of Biodiesel. *Natural Product Radiance*, (Online), 8 (2): 127-132, (<http://nopr.niscair.res.in>), diakses tanggal 21 April 2017.
- Srinivasan, T., Kumar, K. R. R. & Kirti, P. B. 2009. Constitutive Expression of a Trypsin Protease Inhibitor Confers Multiple Stress Tolerance in Transgenic Tobacco. *Plant*

- Cell Physiol*, (Online), 50 (3): 541-553, (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>), diakses tanggal 15 Maret 2012.
- Suhartanta & Arifin, Z. 2008. Pemanfaatan Minyak Jarak Pagar sebagai Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel. *Jurnal Penelitian Saintek*, (Online), 13 (1): 19-46, (<https://journal.uny.ac.id>), diakses tanggal 21 April 2017.
- Widayati, D.T., Lukananto, D., Rahayuningsih, E., Sutapa, G., Harsono, Sancayaningsih, R.P. & Sajarwa. 2010. *Pedoman Umum Pembelajaran Berbasis Riset (PUPBR)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Zubaidah S. 2014. The Empowerment of Discovery Skills in Scientific Approach through Remap Coople based Learning. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Sains, Lingkungan, dan Pembelajarannya XI*. 11 (3): 1001-1011.
- Zubaidah S. 2016. Keterampilan Abad 21: Keterampplan yang Diajarkan melalui Pembelajaran. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan STKIP Persada Khatulistiwa Sintang Kalimantan Barat*. 1(1): 1-17.



**MAKALAH PENDAMPING
SEMINAR NASIONAL VI HAYATI 2018**

lembar ini sengaja didesain kosong sebagai pembatas

Komposisi dan Struktur Vegetasi pada Tiga Strata Elevasi yang Berbeda di Taman Nasional Kerinci Seblat

Adi Susilo

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl Gunung Batu 5, Bogor

Email: adisusilo@hotmail.com

Abstrak

Penelitian bertujuan membuktikan hipotesis bahwa terdapat perbedaan komposisi dan struktur vegetasi pada berbagai zona elevasi. Analisis vegetasi pada elevasi 1300, 1800 dan 2300 m dpl di Gunung Kerinci secara statistik tidak menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada komposisi vegetasi (kekayaan spesies, kerapatan pohon, indeks keragaman Shannon-Wiener) dan struktur vegetasi (diameter dan tinggi pohon).

Kata Kunci:

Strata elevasi, Struktur komposisi vegetasi, Gunung Kerinci

PENDAHULUAN

Strata elevasi merupakan media yang baik untuk mempelajari gradasi perubahan faktor biotik khususnya perubahan suhu udara dan kelembaban (Korner 2007). Dalam banyak studi, strata elevasi umum digunakan untuk meneliti kaitan antara keragaman hayati dengan suhu udara karena setiap kenaikan 1 km ketinggian tempat secara vertikal maka suhu udara akan turun rata-rata sekitar 5.5 K (Korner 2007). Sebagai contohnya Boscutti *et al.*, (2018) mempelajari pertumbuhan semak di sepanjang gradien elevasi pada ekosistem alpine; Saitta *et al.*, (2017) mempelajari keragaman jamur disepanjang gradien ekosistem Mediterania; Muhirwa *et al.*, (2018) mempelajari keragaman jenis kumbang tinja di sepanjang gradien elevasi di Rwanda; Bowman dan Arnold (2018) mempelajari keragaman ektomikoriza di sepanjang gradien elevasi di arizona, USA dan masih banyak contoh contoh lainnya.

Perubahan properti ekosistem di sepanjang gradien elevasi meliputi perubahan keragaman vegetasi (Lomolino 2001), produktifitas lahan (Raich 2007), karakter spesies (Pellissier et al 2010), dan fisiologi tumbuhan (Ziska et al 2002). Secara umum kekayaan jenis vegetasi semakin menurun dengan naiknya ketinggian tempat (Korner et al., 2000). Namun demikian beberapa peneliti menemukan bahwa kekayaan jenis tertinggi justru di strata tengah (Grytnes 2002). Penelitian terakhir oleh Vasconcelos et al., (2018) tentang semut menyimpulkan sebaliknya yaitu keragaman jenis semut semakin tinggi dengan semakin tingginya tempat.

Penelitian ini bertujuan membuktikan hipotesis bahwa terdapat perbedaan komposisi dan struktur vegetasi pada berbagai zona elevasi. Diharapkan hasil penelitian ini dapat mengetahui tempat-tempat yang merupakan pusat keragaman hayati disepanjang gradien elevasi di Gunung Kerinci. Strata elevasi dengan keragaman hayati yang tinggi perlu mendapat perhatian khusus dalam upaya konservasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS) yang merupakan taman nasional terbesar di Sumatera, seluas $\pm 1.389.549,867$ ha. Secara geografis kawasan TNKS terletak pada $100^{\circ}31'18'' - 102^{\circ}44'1''$ Bujur Timur dan $1^{\circ}7'13'' - 3^{\circ}26'14''$ Lintang Selatan.

Diterima:

16 September 2018

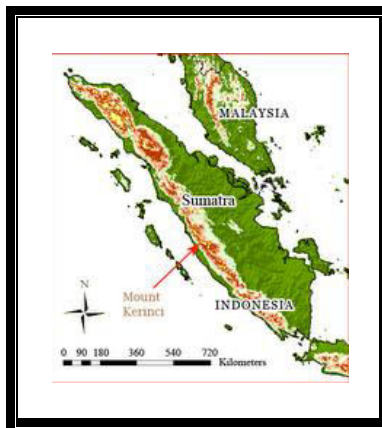
Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

20 Desember 2018

Secara administrasi pemerintahan TNKS meliputi empat provinsi yaitu Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu dan Sumatera Selatan. Taman nasional ini terdiri dari Pegunungan Bukit Barisan. Kondisi topografi TNKS adalah bergelombang, berlereng curam dan tajam dengan ketinggian 200 sampai dengan 3.805 meter dpl. Gunung Kerinci merupakan puncak tertinggi dari pegunungan yang ada di kawasan TNKS. Jenis tanah di TNKS umumnya adalah Latosol atau gabungan antara latosol dan podsolik merah kuning. Jenis tanah lainnya antara lain Aluvial, Andosol, Regosol dan Organosol. TNKS beriklim tropis basah dengan curah hujan rata-rata tahunan lebih kurang 3.000 mm. September - Februari adalah musim hujan dengan curah hujan terbesar pada bulan Desember sedangkan April - Agustus adalah musim kemarau. Suhu udara rata-rata bervariasi dari 28° C di dataran rendah hingga 9° C di puncak Gunung Kerinci. Sedangkan kelembaban udara mencapai 80% - 100%.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Taman Nasional Kerinci Seblat

Penelitian dilaksanakan di Resort Gunung Kerinci dan Resort Gunung Tujuh. Di Gunung Kerinci, plot-plot vegetasi dibuat di sepanjang jalur pendakian pada tiga strata ketinggian yang berbeda yaitu di L1 (lokasi 1) Bangku Panjang (1300 m dpl), L2: Sumber Air (1800 m dpl) dan L3: Panorama (2800 m dpl). Sementara itu untuk Resort Gunung Tujuh plot dibuat pada suatu lokasi (L4) di ketinggian 1800 m dpl. Di setiap lokasi penelitian di buat 6 plot berukuran 20 x 20 m yang selanjutnya disarangkan subplot yang lebih kecil berukuran 5 x 5 m dan 2 x 2 m masing masing dipakai untuk inventarisasi :

- Plot 20 x 20 m, untuk inventarisasi vegetasi tingkat pohon dengan kriteria berdiameter ≥ 10 cm
- Plot 5 x 5 m untuk inventarisasi vegetasi tingkat pancang dengan kriteria tinggi lebih dari 1.5 m hingga diameter < 10 cm
- Plot 2 x 2 m untuk inventarisasi vegetasi tingkat semai dengan kriteria semua tumbuhan yang tingginya kurang dari 1.5 m

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan ketinggian tempat dengan ulangan 6 kali (6 plot). Parameter yang akan dibandingkan adalah jumlah spesies (kekayaan species), jumlah individu pohon dan indeks keragaman Shannon-Wiener untuk mewakili komposisi vegetasi. Indeks keragaman Shannon-Wiener dihitung dengan rumus indeks keragaman = $\sum p_i \ln p_i$ dimana p_i adalah proporsi jenis ke i . Untuk melihat

perbedaan struktur vegetasi parameter yang diukur adalah diameter pohon dan ketinggian pohon. Data dianalisis dengan bantuan soft-ware JMP 7, baik untuk analisis uji varian maupun uji lanjutan Tukey-Kramer HSD.

Selain membedakan komposisi dan struktur vegetasi melalui uji statistik, prosedur analisis vegetasi juga dilakukan untuk melihat komposisi dan struktur vegetasi secara kualitatif sehingga dapat diketahui jenis-jenis dominan berdasarkan nilai penting jenis. Untuk analisis vegetasi dilakukan dengan ketentuan bahwa tingkat pohon yang berada di dalam petak pengamatan diidentifikasi jenisnya, diukur diameter batang setinggi dada (dbh) atau 130 cm dari permukaan tanah atau 10 cm di atas banir (apabila pohon tersebut berbanir) dan tinggi total. Sedangkan untuk vegetasi tingkat pancang dan semai dilakukan identifikasi jenis dan penghitungan jumlah individu di dalam setiap sub petak pengamatan. Tumbuhan yang tidak dapat teridentifikasi di lapangan, diambil sampel herbariumnya untuk diidentifikasi di herbarium Pusat Litbang Hutan, Bogor.

Data inventarisasi pohon diolah dengan rumus analisis vegetasi sebagai berikut:

- Kerapatan suatu jenis : jumlah individu suatu jenis per plot
- Kerapatan relatif suatu jenis (%) : merupakan rasio jumlah individu dari suatu jenis terhadap jumlah total jenis di dalam plot.
- Frekuensi suatu jenis: Jumlah plot dimana suatu jenis ditemukan
- Frekuensi relatif (%) : merupakan rasio frekuensi dari suatu jenis terhadap total frekuensi seluruh jenis di dalam plot.
- Dominasi suatu jenis : adalah jumlah luas bidang dasar suatu jenis
- Dominasi relatif (%) : merupakan rasio total luas bidang dasar dari suatu jenis terhadap jumlah total luas bidang dasar dari seluruh jenis.
- Luas Bidang Dasar (LBD): luasan bagian melintang dari batang setinggi dada (*diameter of breast height*). $LBD (m^2) = \frac{1}{4} \pi d^2$. Dimana $\pi = phi$ atau 3.14, dan $d = diameter$ batang setinggi dada.
- Nilai Penting (NP) suatu jenis: $Kr + Fr + Dr$

Untuk dapat memberikan gambaran struktur vegetasi maka nomor pohon diplotkan dengan tinggi pohon dan digambarkan dengan grafik batang (lihat gambar pada hasil penelitian).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Plot vegetasi di resort Gunung Kerinci di buat di tiga lokasi dengan ketinggian tempat yang berbeda yaitu di L1 (Lokasi 1):Bangku panjang (1300 m dpl), L2: Sumber Air (1800 m dpl) dan L3: Panorama (2300 m dpl). Tiga tempat tersebut merupakan tempat istirahat yang terletak di sepanjang jalur pendakian. Sementara pada resort gunung tujuh hanya diwakili dari satu tempat berketinggian 1800 m dpl. Pada setiap lokasi tersebut dibuat 6 plot vegetasi sehingga total berjumlah 24 plot.

Table 1. Paramater yang diuji secara statistik untuk tingkat pohon

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Species	Jumlah Individu	Indek Keragaman	Rata-rata Diameter	Rata-rata Tinggi Total
L1	1	6	7	1.75	29.50	11.14
	2	3	6	0.87	27.33	13.83
	3	7	9	1.83	28.00	12.67
	4	14	22	2.45	33.90	13.09

	5	16	29	2.63	24.75	12.28
	6	5	9	1.52	62.00	14.11
L2	1	6	13	1.63	29.69	12.62
	2	5	8	1.56	23.63	10.38
	3	5	10	1.42	42.50	13.50
	4	7	12	1.82	28.42	15.17
	5	6	8	1.73	38.50	14.75
	6	6	9	1.68	39.44	14.67
L3	1	5	8	1.39	43.86	14.00
	2	8	15	1.81	37.53	12.60
	3	12	20	2.39	29.89	11.80
	4	5	9	1.52	40.22	12.44
	5	8	12	1.94	26.92	13.17
	6	6	10	1.70	42.20	14.50
L4	1	7	12	1.79	36.08	14.75
	2	7	12	1.70	31.08	11.58
	3	6	11	1.64	31.00	12.91
	4	7	13	1.82	36.23	14.00
	5	7	14	1.73	23.64	15.57
	6	11	12	2.37	36.50	14.50

Keterangan:

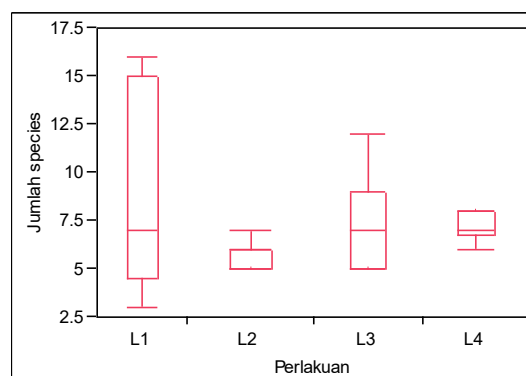
L1 = Bangku Panjang

L2 = Sumber Air

L3 = Panorama

L4 = Gunung Tujuh

Hasil inventarisasi pohon di keempat titik pengamatan disajikan pada table 1. Dari data pada Tabel 1 diolah dengan program statistik JMP 7 untuk melihat Anova sehingga dapat diperbandingkan struktur dan komposisi vegetasinya. Jumlah species rata-rata di L1, L2, L3 dan L4 berturut-turut adalah 9.2, 5.7, 7.3 dan 7.5 species per plot. Perbedaan ini secara statistik tidak nyata seperti ditunjukkan dalam gambar 2 dan Tabel 2.

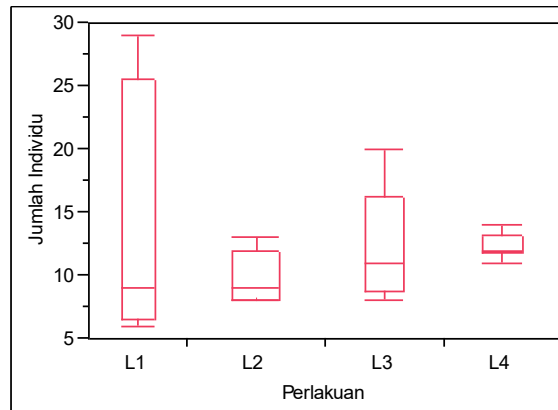


Gambar 2. Jumlah species rata-rata per plot di empat lokasi penelitian

Tabel 2. Anova untuk perbedaan jumlah species rata-rata per plot

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Perlakuan	3	35.89643	11.9655	1.3516	0.2861
Error	20	177.06190	8.8531		
C. Total	23	212.95833			

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah pohon di L1, L2, L3 dan L4 berturut-turut adalah 14, 9, 12 dan 12 pohon per plot. Perbedaan ini secara statistik tidak nyata seperti ditunjukkan dalam gambar 3 dan Tabel 3.

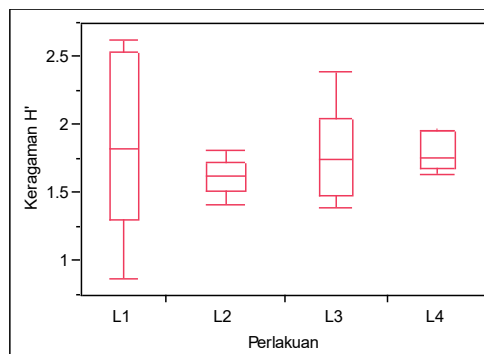


Gambar 3. Jumlah pohon rata-rata per plot di empat lokasi penelitian

Tabel 3. Anova untuk perbedaan jumlah pohon rata-rata per plot

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Perlakuan	3	67.10952	22.3698	0.8065	0.5050
Error	20	554.72381	27.7362		
C. Total	23	621.83333			

Indek Keragaman (H') rata-rata di L1, L2, L3 dan L4 berturut-turut adalah 1.9, 1.6, 1.8, dan 1.8 per plot. Perbedaan ini secara statistik tidak nyata seperti ditunjukkan dalam gambar 4 dan Tabel 4.

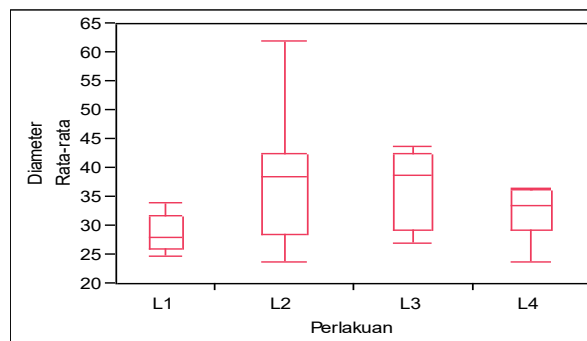


Gambar 4. Indek Keragaman (H') rata-rata per plot di empat lokasi penelitian

Tabel 4. Anova untuk perbedaan Indeks Keragaman rata-rata per plot

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Perlakuan	3	0.2758330	0.091944	0.6105	0.6160
Error	20	3.0122295	0.150611		
C. Total	23	3.2880625			

Rata-rata diameter pohon di L1, L2, L3 dan L4 berturut-turut adalah 28, 37, 36 dan 32 cm per plot. Perbedaan ini secara statistik tidak nyata seperti ditunjukkan dalam gambar 5 dan Tabel 5.

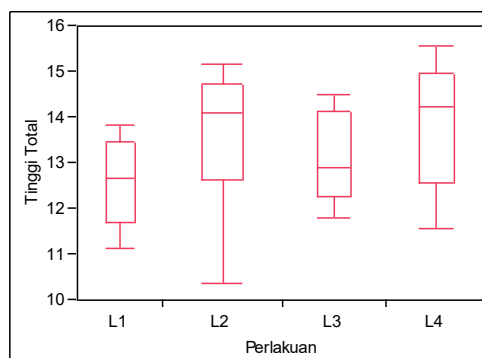


Gambar 5. Diameter rata-rata per plot di empat lokasi penelitian

Tabel 5. Anova untuk perbedaan diameter rata-rata per plot

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Perlakuan	3	297.6272	99.2091	1.4450	0.2595
Error	20	1373.1276	68.6564		
C. Total	23	1670.7548			

Rata-rata tinggi pohon di L1, L2, L3 dan L4 berturut-turut adalah 12, 13, 13 dan 13 m. Perbedaan ini secara statistik tidak nyata seperti ditunjukkan dalam gambar 6 dan Tabel 5.



Gambar 6. Tinggi pohon rata-rata per plot di empat lokasi penelitian

Hasil penelitian mencatat 44 jenis pada tingkat pohon, 49 jenis pada tingkat pancang, 53 jenis pada tingkat semai. Jenis yang mendominasi pada tingkat pohon dan pancang adalah

Acmena acuminatissima, pada tingkat semai adalah *Ardisia javanica* Selanjutnya analisis statistik tidak menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada komposisi vegetasi (kekayaan spesies, kerapatan pohon, indeks keragaman) dan struktur vegetasi (diameter dan tinggi pohon). Hal ini mungkin dikarenakan rentang elevasi yang diteliti (1300 – 2300 m dpl) masih masuk dalam ekosistem yang sama yaitu pegunungan bawah (1.200-2.100m dpl). Hasil analisis vegetasi secara ringkas dipaparkan pada Tabel 11,12 dan 13.

Tabel 11. Species dominan di empat lokasi penelitian pada tingkat pohon

No.	Nama Botani	Famili	Kr	Fr	Dr	INP
Bangku Panjang						
1	<i>Taxus sumatrana</i>	Taxaceae	11.11	4.17	29.91	45.19
2	<i>Podocarpus neriofolia</i>	Podocarpaceae	3.70	2.08	22.37	28.16
3	<i>Actinodaphne</i> sp.	Lauraceae	4.63	2.08	20.56	27.28
Sumber Air						
1	<i>Acmena acuminatissima</i>	Mytaceae	16.44	17.14	24.04	57.62
2	<i>Orchthocharis borneensis</i>	Marantaceae	19.18	17.14	19.77	56.09
3	<i>Taxus sumatrana</i>	Taxaceae	13.70	17.14	8.95	39.79
Panorama						
1	<i>Acmena acuminatissima</i>	Mytaceae	14.43	12.20	25.88	52.50
2	<i>Taxus sumatrana</i>	Taxaceae	11.34	14.63	22.09	48.06
3	<i>Canarium odoratum</i>	Annonaceae	10.31	9.76	16.57	36.64
Gunung Tujuh						
1	<i>Taxus sumatrana</i>	Taxaceae	7.45	13.64	23.13	44.22
2	<i>Acmena acuminatissima</i>	Mytaceae	12.77	13.64	6.72	33.12
3	<i>Lithocarpus cyclophorus</i>	Fagaceae	10.64	13.64	8.61	32.88

Tabel 12. Species dominant di empat lokasi penelitian pada tingkat pancang

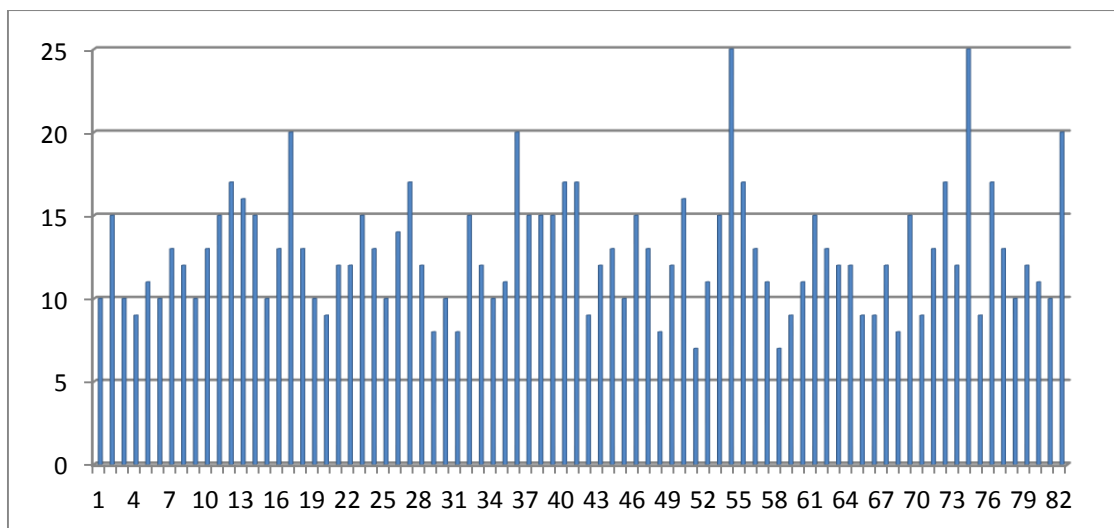
No.	Nama Botani	Famili	Kr	Fr	Dr	INP
Bangku Panjang						
1	<i>Acmena acuminatissima</i>	Mytaceae	20.00	20.83	55.40	96.24
2	<i>Lithocarpus cyclophorus</i>	Fagaceae	6.00	8.33	1.94	16.28
3	<i>Syzygium grandis</i>	Mytaceae	4.00	4.17	4.63	12.80
Sumber Air						
1	<i>Acmena acuminatissima</i>	Mytaceae	28.30	20.69	20.23	69.23
2	<i>Lithocarpus cyclophorus</i>	Fagaceae	18.87	10.34	24.64	53.85
3	<i>Orchthocharis borneensis</i>	Marantaceae	9.43	13.79	21.21	44.44
Panorama						
1	<i>Acmena acuminatissima</i>	Mytaceae	11.93	10.42	26.81	49.15
2	<i>Argostemma angustifolia</i>	Rubiaceae	10.09	10.42	6.85	27.36
3	<i>Orchthocharis borneensis</i>	Marantaceae	7.34	8.33	7.52	23.19
Gunung Tujuh						

1	<i>Acmena acuminatissima</i>	Mytaceae	20.29	17.24	9.32	46.85
2	<i>Ficus congesta</i>	Moraceae	4.35	3.45	23.88	31.67
3	<i>Lithocarpus cyclophorus</i>	Fagaceae	8.70	6.90	10.07	25.66

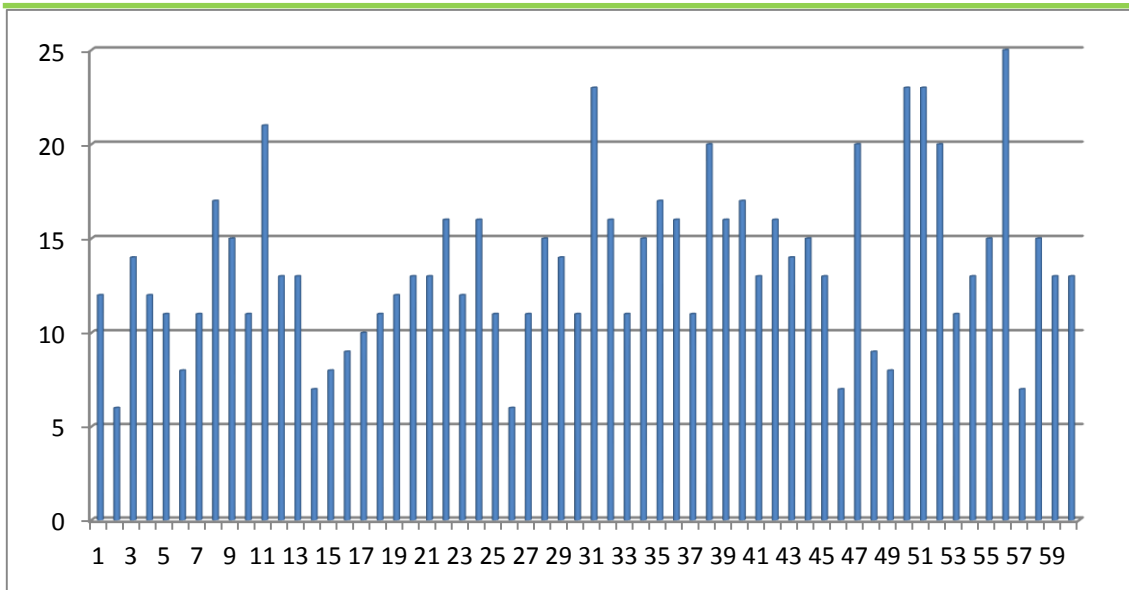
Tabel 13. Species dominan di empat lokasi penelitian pada tingkat Semai

No.	Nama Botani	Famili	Kr	Fr	INP
Bangku Panjang					
1	<i>Diplazium pallidum</i> Moore.	Polypodaceae	10.13	7.32	17.44
2	<i>Syzygium clavinyrtus</i> K.et.V.	Myrsinaceae	12.66	2.44	15.10
3	<i>Acmena acuminatissima</i> M.et.P.	Mytaceae	7.59	7.32	14.91
Sumber Air					
1	<i>Ardisia javanica</i> A.Dc.	Myrsinaceae	24.79	18.75	43.54
2	<i>Diplazium pallidum</i> Moore.	Polypodaceae	16.53	18.75	35.28
3	<i>Rynchosphora corymbosa</i> Briton.	Cyperaceae	16.53	6.25	22.78
Panorama					
1	<i>Ardisia javanica</i> A.Dc.	Myrsinaceae	21.88	17.86	39.73
2	<i>Elastostema sessile</i> Forest.	Urticaceae	19.53	7.14	26.67
3	<i>Quercus gemelliflora</i> Blume	Fagaceae	15.63	7.14	22.77
Gunung Tujuh					
1	<i>Ardisia javanica</i> A.Dc.	Myrsinaceae	29.63	13.33	42.96
2	<i>Diplazium pallidum</i> Moore.	Polypodaceae	11.11	16.67	27.78
3	<i>Elastostema sessile</i> Forest.	Urticaceae	9.88	10.00	19.88

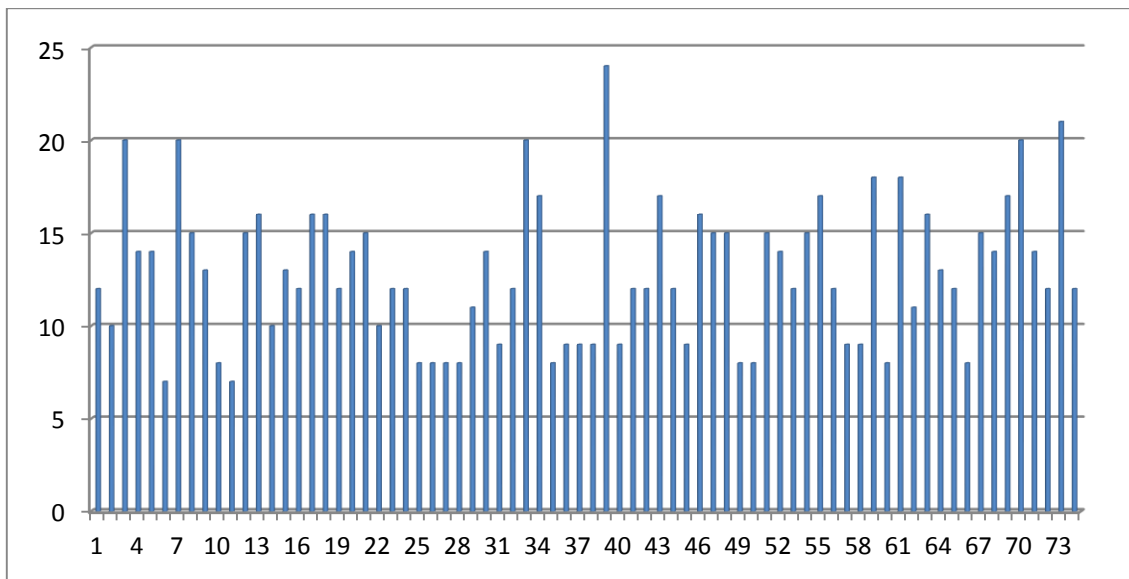
Struktur vegetasi dicerminkan dari distribusi tinggi pohon dalam plot. Dalam penelitian ini hasil struktur vegetasi seperti terlihat pada gambar 7-10.



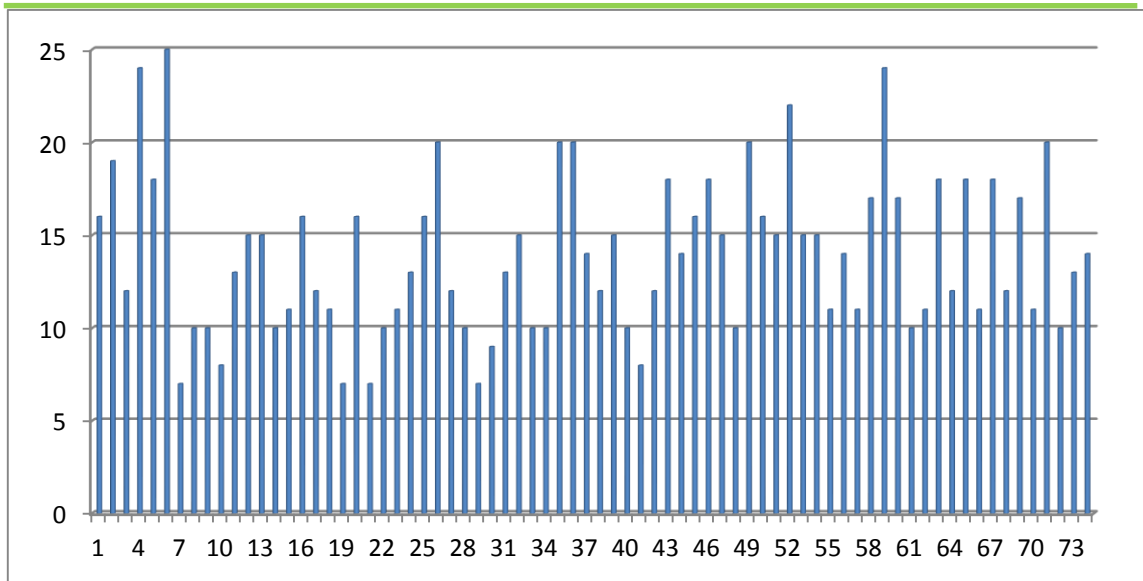
Gambar 7. Struktur vegetasi di Bangku Panjang



Gambar 8. Struktur vegetasi di Sumber Air



Gambar 9. Struktur vegetasi di Panorama



Gambar 10. Struktur vegetasi di Gunung Tujuh

SIMPULAN

Hasil penelitian ini mencatat 44 jenis pada tingkat pohon, 49 jenis pada tingkat pancang, 53 jenis pada tingkat semai. Jenis yang mendominasi pada tingkat pohon dan pancang adalah *Acmena acuminatissima*, pada tingkat semai adalah *Ardisia javanica*. Analisis statistik pada tiga strata elevasi yang berbeda menyimpulkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada komposisi vegetasi (kekayaan spesies, kerapatan pohon, indeks keragaman) dan struktur vegetasi (diameter dan tinggi pohon). Hal ini mungkin dikarenakan rentang elevasi yang diteliti (1300 – 2300 m dpl) masih masuk dalam ekosistem yang sama yaitu pegunungan bawah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai dari APBN Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Bogor. Penulis mengucapkan terimakasih Kepada Balai Besar Taman Nasional Kerinci Seblat yang telah mengijinkan penulis melakukan penelitian di Cagar Alam Leuweng Sancang. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada anggota tim peneliti khususnya Ir. Gunawan Pasaribu, Edi Laksana, Dwi dan Bapak Danuri atas kerja kerasnya dalam pengumpulan data di lapangan.

DAFTAR RUJUKAN

- Boscutti F, Casolo V, Beraldo P, Braidot E, Zancani M, Rixen C 2018. Shrub growth and plant diversity along an elevation gradient: Evidence of indirect effects of climate on alpine ecosystems. PLoS ONE 13(4): e0196653. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196653>
- Bowman, E. A. and A. E. Arnold. 2018. Distributions of ectomycorrhizal and foliar endophytic fungal communities associated with *Pinus ponderosa* along a spatially constrained elevation gradient. American Journal of Botany 105(4): 1–13. doi:10.1002/ajb2.1072
- Grytnes JA, Vetaas OR. 2002. Species richness and altitude: A comparison between null models and interpolated plant species richness along the himalayan altitudinal

-
- gradient, Nepal. *Am Nat.* 159: 294-304. <https://doi.org/10.1086/338542> PMID: 18707381
- Korner C. 2000. Why are there global gradients in species richness? mountains might hold the answer. *Trends Ecol Evol.* 2000; 15: 513±514. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)02004-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)02004-8)
- Korner C. 2007. The use of 'altitude' in ecological research. *Trends Ecol* 22: 569-574. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.09.006> PMID: 17988759
- Lomolino MV. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Glob Ecol Biogeogr.*10: 3-13. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822x.2001.00229.x>
- Muhirwa F, Maniragaba A & Kaplin BA. 2018. Dung beetle distribution, abundance, and diversity along an elevation gradient in Nyungwe National Park, Rwanda: A preliminary survey. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6(2): 2637-2640
- Pellissier L, Fournier B, Guisan A, Vittoz P. 2010. Plant traits co-vary with altitude in grasslands and forests in the European Alps. *Plant Ecol.* 211: 351-365. <https://doi.org/10.1007/s11258-010-9794-x>
- Raich JW, Russell AE, Vitousek PM. 2007. Primary productivity and ecosystem development along an elevational gradient on Mauna Loa, Hawai'i. *Ecology.* 78:707-721. <https://doi.org/10.1890/0012-9658>
- Saitta A, Anslan S, Bahram M, Brocca L, Tedersoo L. 2017. Tree species identity and diversity drive fungal richness and community composition along an elevational gradient in a Mediterranean ecosystem. *Mycorrhiza.* <https://doi.org/10.1007/s00572-017-0806-8>
- Vasconcelos HL, Maravalhas JB, Feitosa RM, Pacheco R, Neves KC, Andersen AN. 2018. Neotropical savanna ants show a reversed latitudinal gradient of species richness, with climatic drivers reflecting the forest origin of the fauna. *J Biogeogr.* 2018;45:248–258. <https://doi.org/10.1111/jbi.13113>
- Ziska LH, Teramura AH, Sullivan JH. 2002. Physiological sensitivity of plants along an elevational gradient to UV-B radiation. *Am J Bot.*; 79: 863±871. <https://doi.org/10.2307/2444995>

Habitat *Dipterocarpus gracilis* di Cagar Alam Leuweung Sancang

Adi Susilo

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl Gunung Batu 5, Bogor

Email: adisusilo@hotmail.com

Abstrak

Penelitian bertujuan mempelajari habitat *Dipterocarpus gracilis* yang terancam punah di Cagar Alam Leuweung Sancang dengan prosedur analisis vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi vegetasi tingkat pohon, tiang, pancang dan semai didominasi berturut-turut oleh *Xanthophyllum exelsum*, *Hydnocarpus woodii*, *Syzygium jamboloides*, *Hydnocarpus woodii*. Di Lokasi penelitian hanya terdapat dua *D. gracilis*, satu pohon dan satu pancang.

Kata Kunci:

Dipterocarpus gracilis,
Leuweung Sancang,
terancam punah

PENDAHULUAN

Famili Dipterocarpaceae merupakan kelompok tumbuhan pembentuk struktur utama hutan tropis dan merupakan sumber kayu utama untuk memenuhi kebutuhan domestik di Indonesia. Kayu dipterokarpa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan mulai dari atap bangunan, lantai rumah, tiang rumah, alat rumah tangga, kusen pintu dan jendela, jembatan, darmaga pelabuhan, dan perahu. Dipterokarpa juga dikenal sebagai penghasil hasil hutan bukan kayu. Dipterokarpa secara tradisional merupakan sumber resin, damar, tengkawang dan kamper. Selain itu dipterokarpa ternyata juga memiliki property kimia yang bermanfaat untuk obat karena ekstrak kulit dipterokarpa menunjukkan aktivitas anti-AIDS, sitotoksik, anti-inflamasi, anti-bakteri, anti-jamur dan anti-oksidan (Aslam *et al.*, 2015). Jenis-jenis Dipterokarpa telah eksploitasi berlebihan khususnya untuk memenuhi kebutuhan kayu sehingga banyak jenis yang mulai langka. Perubahan iklim dunia selama kurun waktu 3 dekade terakhir juga berkontribusi terhadap langkanya beberapa spesies. Pemanasan global telah menghasilkan berbagai pergeseran sebaran dan kelimpahan berbagai spesies (Parmesan *et al.*, 2003, Root *et al.*, 2003) termasuk dipterokarpa.

Saat ini terdapat 96 jenis Dipterokarpa yang telah terdaftar sebagai jenis terancam punah pada Red List IUCN (*International Union for Conservation of Nature*). Jenis-jenis tersebut antara lain: *Vatica pauciflora* (Korth.) Blume, *Dipterocarpus gracilis* Blume, *Dipterocarpus hasseltii* Blume, *Dipterocarpus littoralis* Blume, *Dipterocarpus retusus* Blume dan lain-lain. Melihat kondisi tersebut, maka usaha penyelamatan jenis Dipterokarpa perlu segera dilakukan.

Hasil penelitian Budiharta *et al.* (2011) menunjukkan bahwa penyebab utama terancam kepunahan adalah faktor biologi dan eksploitasi berlebihan (82%), sehingga kurangnya pemahaman pada biologi jenis telah menghantarkan banyak spesies menuju kepunahan. Oleh karena itu untuk melestarikan jenis yang terancam punah, program konservasi harus didasarkan pada pengetahuan biologi jenis tersebut. Interaksi ekologi antara tumbuhan dan lingkungannya dapat mempengaruhi pertumbuhan populasi (Blundell dan Peart 2001). Dengan demikian mempelajari ekologi untuk melihat kesesuaian habitat suatu spesies adalah hal penting untuk pelestarian (Brussard 1991).

Diterima:

16 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

27 Desember 2018

Dipterocarpa yang tumbuh di Cagar Alam Leuweung Sancang adalah *Dipterocarpus gracilis*, *Dipterocarpus hasseltii* and *Shorea javanica* (Sidiyas et al 1985, Sidiyasa et al, 1986, Kalima et al., 1988). Berdasarkan assesment untuk Redlist IUCN yang dilakukan oleh Asthon (1998) *Dipterocarpus gracilis* termasuk dalam Critically Endangered (A1cd+2cd ver 2.3) namun demikian Ly et al (2017) melakukan asesment ulang dan menyatakan bahwa *Dipterocarpus gracilis* berstatus vurnerable versi 3.1. Penelitian ini bertujuan mempelajari komposisi jenis-jenis tumbuhan penyusun habitatnya *D. gracilis* di Cagar Alam Leuweung Sancang. Hasil penelitian akan dipakai sebagai acuan dalam pelestarian eksitu *D. gracilis*.

METODE

Penelitian dilakukan di Cagar Alam Leuweung Sancang, Jawa Barat. Kawasan hutan Leuweung Sancang ditetapkan sebagai cagar alam seluas 2.157 Ha. berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian, Nomor 370/Kpts/Um/6/1978 tanggal 9 Juni 1978. Adanya terumbu karang dengan kondisi masih cukup baik yang berada di perairan pantai CA. Leuweung Sancang, maka berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor : 682/Kpts-II/90 tanggal 17 Nopember 1990, perairan pantai tersebut seluas 1.150 Ha ditunjuk sebagai Cagar Alam Laut Sancang. Kawasan hutan Suaka Alam yang terletak di Pantai selatan ini, termasuk dalam wilayah-wilayah, yaitu : Desa Sancang, Sagara, Karyamukti, dan Karyasari, Kecamatan Cibalong, Kabupaten Garut. Pada umumnya keadaan topografi kawasan Cagar Alam Sancang adalah kombinasi dataran landai dan perbukitan. Ke arah selatan dan Barat pada umumnya landai dan ke arah timur berbukit. Ketinggian tempat antara 0-175 meter di atas permukaan laut dan kemiringan berkisar antara 5% sampai 20%. Keadaan iklim di kawasan menurut klasifikasi dari Schmidt dan Ferguson, termasuk tipe iklim B yaitu tipe basah dengan nilai Q (Quotient) sebesar 24,19% dimana Q adalah persentase perbandingan antara rata-rata jumlah bulan kering dengan rata-rata jumlah bulan basah.

Di lokasi penelitian dibuat tiga jalur pengamatan vegetasi. Jarak tiap-tiap jalur adalah 500 m. Pembuatan jalur dilakukan dengan cara memotong kontur tegak lurus terhadap ketinggian. Di dalam jalur tersebut dibuat petak-petak berukuran 20 x 100 m dengan interval setiap 100 m. Setiap petak kemudian dibagi lagi ke dalam sub petak berukuran 20 x 20 m.

Dari masing-masing sub petak tersebut kemudian dibagi ke dalam plot-plot pengamatan yang berbentuk bujur sangkar dengan ukuran masing-masing adalah sebagai berikut:

- 20 x 20 m, untuk pengamatan vegetasi tingkat pohon dengan kriteria berdiameter ≥ 20 cm
- 10 x 10 m untuk pengamatan vegetasi tingkat tiang, dengan kriteria $10 \text{ cm} \leq \text{diameter} < 20 \text{ cm}$
- 5 x 5 m untuk pengamatan vegetasi tingkat pancang dengan kriteria tinggi lebih dari 1.5 m hingga diameter $< 10 \text{ cm}$
- 2 x 2 m untuk pengamatan vegetasi tingkat semai dengan kriteria semua tumbuhan yang tingginya kurang dari 1.5 m.

Untuk pengamatan vegetasi dilakukan dengan ketentuan bahwa tingkat tiang dan pohon yang berada di dalam sub petak pengamatan diidentifikasi jenisnya, diukur diameter batang setinggi dada (dbh) atau 130 cm dari permukaan tanah atau 10 cm di atas banir (apabila pohon tersebut berbanir), tinggi total dan tinggi bebas cabang. Sedangkan untuk vegetasi tingkat semai dan pancang adalah identifikasi jenis dan jumlah individu di dalam setiap sub

petak pengamatan. Tumbuhan yang tidak dapat teridentifikasi di lapangan, diambil sampel herbariumnya untuk diidentifikasi di herbarium Pusat Litbang Hutan, Bogor.

Data inventarisasi pohon diolah dengan rumus analisis vegetasi sebagai berikut:

- Kerapatan suatu jenis : jumlah individu suatu jenis per plot
- Kerapatan relatif suatu jenis (%) : merupakan rasio jumlah individu dari suatu jenis terhadap jumlah total jenis di dalam plot.
- Frekuensi suatu jenis: Jumlah plot dimana suatu jenis ditemukan
- Frekuensi relatif (%) : merupakan rasio frekuensi dari suatu jenis terhadap total frekuensi seluruh jenis di dalam plot.
- Dominasi suatu jenis : adalah jumlah luas bidang dasar suatu jenis
- Dominasi relatif (%) : merupakan rasio total luas bidang dasar dari suatu jenis terhadap jumlah total luas bidang dasar dari seluruh jenis.
- Luas Bidang Dasar (LBD): luasan bagian melintang dari batang setinggi dada (*diameter of breast height*). $LBD (m^2) = \frac{1}{4} \pi d^2$. Dimana $\pi = phi$ atau 3.14, dan d = diameter batang setinggi dada.
- Nilai Penting (NP) suatu jenis: $Kr + Fr + Dr$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di Cagar Alam Leuweung Sancang berhasil dibuat 5 jalur masing-masing dengan 3 plot berukuran 100 x 20 m sehingga terkumpul (5 x 3 x 5 subplot) 75 subplot ukuran 20 x 20 m. Dari seluruh plot tercatat ada 79 jenis dari 20 famili. Famili yang paling umum adalah Flacortiaceae dan Myrtaceae. Pada tingkat pohon tercatat 15 jenis dari 11 famili. Famili yang paling umum adalah Polygalaceae. Komposisi vegetasi tingkat pohon didominasi oleh *Xanthophyllum excelsum* dan *Hydnocarpus woodii* sementara *D. gracilis* hanya ditemukan satu pohon, selengkapnya seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Vegetasi Tingkat Pohon di Cagar Alam Leuweung Sancang

No	Jenis Pohon	Famili	Kr (%)	Fr (%)	Dr (%)	INP (%)
1	<i>Xanthophyllum excelsum</i>	Polygalaceae	5,04	5,03	58,54	68,61
2	<i>Hydnocarpus woodii</i> Merr.	Flacortiaceae	25,18	24,68	14,36	64,22
3	<i>Ixora blumei</i> Z.et. M.	Rubiaceae	13,67	21,56	10,72	45,95
4	<i>Xanthophyllum excelsum</i> Miq.	Polygalaceae	7,91	4,46	3,47	15,84
5	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae	5,04	8,27	0,88	14,18
6	<i>Xanthophyllum excelsum</i> Miq.	Polygalaceae	6,47	5,83	1,13	13,43
7	<i>Dillenia excelsa</i> Gilg.	Dilleniaceae	5,04	3,26	2,67	10,96
8	<i>Syzygium densiflorum</i> Duthie	Myrtaceae	5,04	3,86	1,82	10,72
9	<i>Ficus</i> sp	Moraceae	2,16	7,75	0,46	10,37
10	<i>Syzygium jamboloides</i> K.et.V.	Myrtaceae	5,04	3,55	1,36	9,95
11	<i>Hydnocarpus woodii</i> Merr.	Flacortiaceae	6,47	2,87	0,54	9,89
12	<i>Goniathalamus</i> sp.	Annonaceae	3,60	2,92	2,99	9,51
13	<i>Garcinia dulcis</i> Kurz.	Gutiferae	3,60	3,75	0,34	7,69
14	<i>Pterospermum diversifolium</i> Wild.	Sterculiaceae	3,60	2,05	0,71	6,35
15	<i>Dipterocarpus gracilis</i> .	Dipterocarpaceae	2,16	0,17	0,00	2,33

100 100 100 300

Xanthophyllum excelsum mendominasi tingkat pohon dengan nilai penting jenis tertinggi. Bila dilihat dari komponen nilai penting jenis, penyumbang terbesar adalah dominansi relatif sementara kerapatan relatif dan frekuensi relatif sangat kecil. Ini menunjukkan bahwa *Xanthophyllum excelsum* hanya terdiri dari beberapa individu tetapi setiap pohon berukuran diameter sangat besar. Hal sebaliknya terjadi untuk *Hydnocarpus woodii* Merr yang nilai penting jenisnya terutama didapat dari kerapatan dan frekuensi relatif sementara dominansi relatifnya kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa *Hydnocarpus woodii* memiliki kerapatan tinggi dan terdapat di seluruh plot tetapi tidak berdiameter besar.

Pada tingkat tiang tercatat 15 jenis dari 12 famili. Famili yang paling umum adalah Flacortiaceae. Pada tingkat tiang komposisi vegetasi didominasi oleh *Hydnocarpus woodii* dan *Dracontomelon dao* (Tabel 2). *Hydnocarpus woodii* mendominasi bukan hanya pada tingkat pohon tetapi juga tiang membuktikan bahwa regenerasi jenis ini bagus.

Tabel 2. Hasil Analisis Vegetasi Tingkat Tiang di Cagar Alam Leuweung Sancang

No.	Nama Botani	Famili	Kr (%)	Fr (%)	Dr (%)	INP (%)
1	<i>Hydnocarpus woodii</i> Merr.	Flacortiaceae	23,48	20,79	23,47	67,74
2	<i>Dracontomelon dao</i> Merr.	Anacardiaceae	18,26	18,99	22,56	59,81
3	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	6,09	6,90	14,91	27,90
4	<i>Syzygium jamboloides</i> K.et.V.	Mytaceae	7,83	8,60	9,95	26,38
5	<i>Xanthophyllum excelsum</i> Miq.	Polygalaceae	4,35	3,47	11,18	19,00
6	<i>Dillenia excelsa</i> Gilg.	Dilleniaceae	2,61	3,42	9,78	15,81
7	<i>Hydnocarpus woodii</i> Merr.	Flacourtiaceae	9,57	5,24	0,19	14,99
8	<i>Garcinia dulcis</i> Kurz.	Guttifeae	7,83	6,89	0,21	14,93
9	<i>Ixora blumei</i> Z.et. M.	Rubiaceae	2,61	3,45	7,37	13,43
10	<i>Pterospermum diversifolium</i> Wild.	Sterculiaceae	4,35	5,15	0,18	9,68
11	<i>Syzygium densiflorum</i> Duthie	Mytaceae	2,61	3,42	0,06	6,09
12	<i>Hydnocarpus woodii</i> Merr.	Flacourtiaceae	2,61	3,41	0,06	6,08
13	<i>Ardisia villosa</i> Roxb.	Myrsinaceae	2,61	3,43	0,01	6,06
14	<i>Cynometra ramifolia</i> L.	Leguminosae	2,61	3,42	0,03	6,06
15	<i>Baccaurea javanica</i> Muell.Arg.	Euphorbiaceae	2,61	3,41	0,02	6,05
			100	100	100	300

Pada tingkat pancang tercatat 25 jenis dari 19 famili. Famili yang paling umum adalah Euphorbiaceae. Pada tingkat pancang komposisi vegetasi didominasi oleh *Premna corymbosa* R. et. W. dan *Syzygium jamboloides* (Tabel 3). Pada tingkat ini ternyata jenis dominan pada tingkat pohon dan tiang tidak terlihat lagi kecuali jenis *Hydnocarpus woodii*. Mungkin karena komunitas tingkat pancang masih sangat dinamis dan belum stabil sehingga komposisinya mudah berubah.

Tabel 3. Hasil Analisis Vegetasi Tingkat Pancang di Cagar Alam Leuweung Sancang

No.	Nama Botani	Famili	Kr (%)	Fr (%)	INP (%)
1	<i>Premna corymbosa</i> R. et. W.	Verbenaceae	13,59	9,03	22,62
2	<i>Syzygium densiflorum</i> Duthie	Myrtaceae	10,33	10,04	20,37
3	<i>Syzygium jamboloides</i> K.et.V.	Myrtaceae	9,36	8,3	17,66
4	<i>Ixora blumei</i> Z.et. M.	Rubiaceae	6,89	7,62	14,51
5	<i>Agalia argentea</i> Blume	Meliaceae	7,38	6,59	13,97
6	<i>Hydnocarpus woodii</i> Merr.	Flacourtiaceae	6,33	6,8	13,13
7	<i>Knema cinerea</i> Warb.	Myristicaceae	4,94	6,46	11,4
8	<i>Aglaia</i> sp.	Meliaceae	4,9	5,07	9,97
9	<i>Dillenia excelsa</i> Gilg.	Dilleniaceae	3,94	4,51	8,45
10	<i>Heritiera javanica</i> Kosterm.	Sterculiaceae	3,94	4,2	8,14
11	<i>Garcinia dulcis</i> Kurz.	Guttiferae	3,4	3,38	6,78
13	<i>Millettia</i> sp.	Leguminosae	2,95	3,31	6,26
14	<i>Polyalthia laterifolia</i> King.	Annonaceae	2,95	2,82	5,77
15	<i>Mallotus paniculatus</i> Muell.Arg.	Euphorbiaceae	2,96	2,55	5,51
16	<i>Ardisia villosa</i> Roxb.	Myrsinaceae	2,46	2,08	4,54
17	<i>Buchanania arborescens</i> Blume	Anacardiaceae	1,97	2,54	4,51
18	<i>Drypetes</i> sp.	Euphorbiaceae	1,97	2,54	4,51
19	<i>Dipterocarpus gracilis</i> Blume	Dipterocarpaceae	1,9	2,55	4,45
20	<i>Xerospermum noronhianum</i> Blume	Sapindaceae	1,48	2,5	3,98
21	<i>Adinandra</i> sp.	Theaceae	2,46	1,5	3,96
22	<i>Ficus variegata</i> Blume	Moraceae	1,44	2,5	3,94
23	<i>Vitex pubescens</i> Vahl.	Verbenaceae	1,48	1,1	2,58
24	<i>Artocarpus elasticus</i> Reinw.	Moraceae	0,49	1,2	1,69
25	<i>Hibiscus macrophyllus</i> Roxb.	Malvaceae	0,49	0,81	1,3
			100	100	200

Pada tingkat semai tercatat 32 jenis dari 19 famili. Famili yang paling umum adalah Euphorbiaceae. Pada tingkat semai komposisi jenis didominasi oleh *Hydnocarpus woodii*, *Pterospermum diversifolium* dan *Dracontomelon dao* (Tabel 4). Pada tingkat semai terlihat bahwa jenis dominan pada tingkat pohon masih mendominasi. Ini menunjukkan bahwa regenerasi jenis- jenis dominan masih sangat bagus dan kemungkinan akan terus menjadi jenis-jenis dominan di masa depan.

Tabel 4. Hasil Analisis Vegetasi Tingkat Semai di Cagar Alam Leuweung Sancang

No.	Nama Botani	Famili	Kr (%)	F (%)	INP (%)
1	<i>Hydnocarpus woodii</i> Merr.	Flacourtiaceae	6,33	17,6	23,93
2	<i>Syzygium densiflorum</i> Duthie	Myrtaceae	7,23	8,56	15,79
3	<i>Ixora blumei</i> Z.et. M.	Rubiaceae	7,8	7,54	15,34

4	<i>Dillenia excelsa Gilg.</i>	Dilleniaceae	7,34	6,78	14,12
5	<i>Dracontomelon dao Merr.</i>	Anacardiaceae	5,36	7,62	12,98
6	<i>Heritiera javanica Kosterm.</i>	Sterculiaceae	8,25	3,52	11,77
7	<i>Millettia sp.</i>	Leguminosae	5,89	3,52	9,41
8	<i>Knema cinerea Warb.</i>	Myristicaceae	4,78	3,52	8,3
9	<i>Pterospermum diversifolium Wild.</i>	Sterculiaceae	6,79	1,39	8,18
10	<i>Premna corymbosa R. et. W.</i>	Verbenaceae	3,47	3,52	6,99
11	<i>Ardisia villosa Roxb.</i>	Myrsinaceae	3,42	3,52	6,94
12	<i>Polyalthia laterifolia King.</i>	Annonaceae	3,41	3,52	6,93
13	<i>Mallotus paniculatus Muell.Arg.</i>	Euphorbiaceae	4,98	1,76	6,74
14	<i>Cynometra ramifolia L.</i>	Leguminosae	2,43	3,52	5,95
15	<i>Goniathalamus sp.</i>	Annonaceae	1,64	3,52	5,16
16	<i>Drypetes sp.</i>	Euphorbiaceae	3,21	1,76	4,97
17	<i>Garcinia dulcis Kurz.</i>	Guttifeae	1,43	3,52	4,95
18	<i>Baccaurea javanica Muell.Arg.</i>	Euphorbiaceae	3,07	1,76	4,83
19	<i>Sterculia foetida L.</i>	Sterculiaceae	1,23	3,52	4,75
20	<i>Xanthophyllum excelsum Miq.</i>	Polygalaceae	3,47	1,23	4,7
21	<i>Aglaiia sp.</i>	Meliaceae	2,64	1,76	4,4
22	<i>Xerospermum noronhianum Blume</i>	Sapindaceae	2,21	1,76	3,97
23	<i>Buchanania arborescens Blume</i>	Anacardiaceae	2,2	1,76	3,96
24	<i>Ficus variegata Blume</i>	Moraceae	1,21	1,76	2,97
25	<i>Adinandra sp.</i>	Theaceae	0,21	1,76	1,97
			100	100	200

Bila dibandingkan dengan hasil penelitian sekitar 30 tahun yang lalu (Sidiyasa *et al.*, 1985 Sidiyasa *et al.*, 1986 dan Kalima *et al.*, 1988) dari kekayaan jenis tidak terlalu jauh berbeda. Sebagai contoh Sidiyasa *et al.* 1985 mencatat 72 jenis tumbuhan. Hasil Penelitian ini mencatat 79 jenis dari 20 famili. Hal yang menarik adalah bahwa terjadi penurunan jumlah *D. gracilis* yang sangat mencolok. *D. gracilis* masih sangat umum ditemui di lokasi penelitian pada tahun 1980 an (Sidiyasa *et al.*, 1985 Sidiyasa *et al.*, 1986 dan Kalima *et al.*, 1988). Tetapi pada penelitian ini hanya didapatkan 2 individu, satu pada tingkat pohon dan satu lagi pada tingkat pancang. Pengelolaan Cagar Alam memang sangat minimal, tidak ada campur tangan manusia semua diserahkan kepada proses alam.

Pada tingkat pohon *D. gracilis* hanya ditemukan satu pohon setinggi 30 m dengan diameter 43 cm dan tidak ditemukan anakan di bawahnya. Ukuran pohon menunjukkan sudah dewasa dan kemungkinan besar telah berkali-kali berbunga dan berbuah. Ketidakhadiran semai dilokasi penelitian menunjukkan bahwa kemungkinan tidak tersedia mikrosite yang cocok untuk germinasi biji. Kemungkinan lainnya adalah banyak musuh alami dipterokarpa yang menghalangi regenerasi secara alami. Halangan itu dapat bermula dari pre-dispersal seed predator yaitu pemangsa biji sewaktu biji masih di atas pohon dan belum terpecah dari pohon induknya. Pre-dispersal seed predator untuk dipterokarpa yang potensial adalah Burung parket, rodentia dan jenis-jenis serangga (Bagchi *et al.*, 2011).

Setelah terpecah berserak di lantai hutan, biji-biji diperokarpa menghadapi musuh lainnya yaitu post dispersal seed predator atau pemangsa biji setelah terpecah dari pohon

induknya. Biji dipterokarpa mengandung nutrisi yang sangat bagus untuk mempersiapkan perkecambahannya sehingga menarik banyak satwa liar untuk memakannya. Potensi hama biji ini adalah vertebrata khususnya babi hutan (*Sus barbatatus*) (Bagchi *et al.*, 2011, Curran and Webb 2000) dan rodensia (Wells & Bagchi 2005). Hal ini ditunjukkan dengan biji-biji rusak karena dimakan sebagian dan berserak dilantai hutan di bawah tajuk pohon dewasa yang sedang berbuah (Bagchi *et al.*, 2011). Babi merupakan konsumen ganas bagi biji dipterokarpa tetapi mengabaikannya setelah tumbuh jadi semai (Curran dan Webb 2000). Bila dilokasi penelitian hanya ada satu pohon dewasa maka kemungkinan besar biji yang dihasilkan dihabiskan oleh pemangsa biji khususnya kewanan babi hutan sehingga tidak ada regenerasi alami. Semai dipaterokarpa juga banyak yang dimakan oleh mamalia (Bagchi *et al.*, 2011) namun demikian babi hutan hanya memakan biji dan tidak mengganggu biji yang telah berkecambah.

Dengan banyaknya musuh alami maka dipterokarpa berperilaku masting (Curran & Leighton, 2000; Sakai, 2002). Pada saat masting season seluruh individu pohon dipterokarpa secara bersama-sama berbuah sangat lebat. Sehingga musuh alaminya tidak akan mampu menghabiskan biji yang sudah terserak di lantai hutan sehingga menyisakan untuk regenerasi berikutnya (Curran & Leighton, 2000 Kelly & Sork, 2002; Sakai, 2002). Biji dipterokarpa bersifat recalcitrant yaitu segera berkecambah setelah terpencah (Curran & Webb, 2000). Dengan demikian biji yang telah berkecambah akan terlepas dari pemangsa biji khususnya babi karena babi hanya memakan biji dan tidak menyentuhnya setelah berkecambah. Dengan strategi masting bersama-sama berbuah lebat pada saat yang sama maka selalu tersedia biji yang terlepas dari predator biji untuk regenerasi alami.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi vegetasi tingkat pohon, tiang, pancang dan semai didominasi berturut-turut oleh *Xanthophyllum exelsum*, *Hydnocarpus woodii*, *Syzygium jamboloides*, *Hydnocarpus woodii*. *D. gracilis* masih dapat ditemui di Cagar Alam Leuweng Sancang namun demikian tidak ditemukan regenerasinya. Di Lokasi penelitian hanya terdapat dua *D. gracilis*, satu pohon dan satu pancang

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai dari APBN Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Bogor. Penulis mengucapkan terimakasih Kepada Balai Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Barat yang telah mengijinkan penulis melakukan penelitian di Cagar Alam Leuweng Sancang. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada anggota tim peneliti khususnya Ir. Bugris Yafit, Ivan dan Giry Waldy Rusmana.

DAFTAR RUJUKAN

- Ashton, P. 1998. *Dipterocarpus gracilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T31315A9624557>. en
- Aslam MS, Ahmad SR, & Mamat AS, 2015. A Phytochemical, Ethnomedicinal and Pharmacological Review of Genus *Dipterocarpus*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 7(4), 7-38.
- Bagchi R, Philipson CD, Slade EM, Hector, Phillips A, Villanueva JF, Lewis OT, Lyal CHC, Nilus R, Madran A, Scholes JD and Press MC. 2011. Impacts of Logging on

-
- Density-Dependent Predation of Dipterocarp Seeds In a South East Asian Rainforest. *Phil. Trans. R. Soc. B* 366, 3246–3255
- Blundell AG, & Peart DR. 2001. Growth Strategies of a Shadetolerant Tropical Tree: the Interactive Effects of Canopy Gaps and Simulated Herbivory. *Journal of Ecology* 89: 608–615.
- Brussard, P. F. 1991. The Role of Ecology in Biological Conservation. *Ecological Applications*, 1: 6-12. doi:[10.2307/1941843](https://doi.org/10.2307/1941843)
- Budiharta S, Widyatmoko D, Irawati, Wiriadinato H, Rugayah, Partowihardjo T, Uji T, Keim AP, & Wilson KA. 2011. The processes that threaten Indonesian plants. *Oryx* 45:175-179.
- Curran, L. M. & M. Leighton, 2000. Vertebrate responses to spatiotemporal variation in seed production of mast-fruiting Dipterocarpaceae. *Ecological Monographs*, 70(1): 101-128.
- Curran, L. M. & C. O. Webb, 2000. Experimental tests of the spatiotemporal scale of seed predation in mast-fruiting Dipterocarpaceae. *Ecological Monographs*, 70(1): 129-148.
- Kalima T, Sutisna U, Soeyatman HC, Pratiwi. 1988. Analisis komposisi vegetasi di Cagar Alam Leuweung Sancang, Jawa Barat. *Beletin Penelitian Hutan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan* (498): 45-55
- Kelly, D. & V. L. Sork, 2002. Mast seeding in perennial plants: why, how, where? *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33: 427-447.
- Ly, V., Nanthavong, K., Pooma, R., Luu, H.T., Nguyen, H.N., Barstow, M., Vu, V.D., Hoang, V.S., Khou, E. & Newman, M. 2017. *Dipterocarpus gracilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T31315A2804348. Downloaded on 30 September 2018.
- Parmesan C, & Yohe GA. 2003. Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts Across Natural Systems. *Nature* 421: 37–42
- Root TL *et al.* 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421, 57–60.
- Sakai, S., 2002. General flowering in lowland mixed dipterocarp forests of South-east Asia. *Biological Journal of the Linnean Society*, 75(2): 233-247.
- Sidiyasa K, Sutomo S, Prawira RSA. 1985. Struktur dan Komposisi Hutan Dataran Rendah Dipterokarpa di Cagar Alam Leuweung Sancang, Jawa Barat. *Buletin Penelitian Hutan* (471): 37-48
- Sidiyasa K, Sumoto S, Prawira R.S. 1986. Regenerasi alami jenis dipterokarpaceae di Cagar Alam Leuweung Sancang Jawa Barat. *Buletin Penelitian Hutan* (475): 13-20.
- Wells K & Bagchi R. (2005). Eat in or take away - Seed predation and removal by rats (Muridae) during a fruiting event in a dipterocarp rainforest. *The Raffles bulletin of zoology*. 53. 281-286.

Perbandingan Bobot Normalisasi Cross Correlation dengan Cross Covariance dalam Model Peramalan Curah Hujan

Agus Dwi Sulistyono¹, Aniek Iriany¹, Atiek Iriany², Ni Wayan Suryawardhani²

¹ Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang

² Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya

Email: agusdwisulistyono@umm.ac.id

Abstrak

Penggunaan bobot lokasi pada pembentukan model spatio temporal turut andil dalam tingkat keakuratan model yang dibentuk. Bobot lokasi yang sering digunakan antara lain bobot lokasi uniform, invers jarak, dan normalisasi korelasi silang. Bobot lokasi tersebut mempertimbangkan kedekatan antar lokasi. Untuk data yang memiliki tingkat variabilitas yang tinggi, penggunaan bobot lokasi yang telah disebutkan di atas menjadi kurang relevan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan metode pembobotan yang lebih sesuai untuk data dengan variabilitas tinggi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang berasal dari data curah hujan 10 harian yang didapatkan dari BMKG Karangploso. Periode data yang digunakan adalah Januari 2005 sampai dengan Desember 2015. Titik pos hujan yang diteliti meliputi pos hujan wilayah Blimbing, Karangploso, Singosari, Dau, dan Wagir. Berdasarkan hasil penelitian model peramalan yang didapatkan adalah model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR. Model dengan bobot cross covariance menghasilkan tingkat akurasi yang lebih baik ditinjau dari nilai RMSE yang lebih rendah dan nilai R² lebih tinggi terutama untuk wilayah Karangploso, Dau, dan Wagir.

Kata Kunci

Spatio Temporal,
GSTAR, bobot lokasi,
curah hujan

PENDAHULUAN

Model *spatio-temporal* yang telah dikembangkan diantaranya adalah model *Space-Time Autoregressive* (STAR) yang diperkenalkan oleh Pfeifer & Deutsch (1980, 1981). Model STAR memiliki asumsi bahwa varian antara lokasi satu dengan lainnya adalah sama/homogen. Namun, pada kenyataannya, sering kali diperoleh keheterogenan antar lokasi pengamatan. Dengan demikian model STAR tidak sesuai untuk data yang mempunyai karakteristik lokasi yang heterogen. Inilah yang menjadi kelemahan model STAR dan kelemahan ini dapat ditangani dengan model *Generalized Space-Time Autoregressive* (GSTAR) dan GSTAR-OLS yang dikembangkan oleh Borovkova, Lopuha, & Ruchjana (2002) dan Ruchjana (2001a, 2001b). Model GSTAR yang dikembangkan tersebut ini digunakan untuk data yang memenuhi asumsi stasioneritas. Perkembangan terakhir dari model spatio-temporal ini adalah model GSTAR-SUR yang dikembangkan oleh Iriany, Suhariningsih, Ruchjana, & Setiawan (2013) untuk mengatasi data yang tidak stasioner dan berpola musiman. Lebih lanjut, penggunaan model hybrid GSTAR-SUR-NN juga dikembangkan untuk data yang memiliki pola non linier (Iriany, Firdaus, Nugroho, & Sulistyono, 2016; Sulistyono, Hadi Nugroho, & Iriany, 2015; Sulistyono, Nugroho, Fitriani, & Iriany, 2016).

Diterima:

17 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

27 Desember 2018

Penggunaan bobot lokasi pada pembentukan model *spatio temporal* juga turut andil dalam tingkat keakuratan model yang dibentuk. Bobot lokasi yang sering digunakan antara lain bobot lokasi *uniform*, invers jarak, dan normalisasi korelasi silang (Suhartono & Atok, 2006; Suhartono & Subanar, 2006). Bobot lokasi tersebut mempertimbangkan kedekatan antar lokasi. Untuk data yang memiliki tingkat variabilitas yang tinggi, penggunaan bobot lokasi yang telah disebutkan di atas menjadi kurang relevan. Oleh karena itu, diperlukan bobot lokasi yang mempertimbangkan aspek variabilitas data pengamatan. Salah satu bobot lokasi yang telah dikembangkan adalah bobot rasio-variance yang terbukti memiliki tingkat akurasi yang lebih baik (Sulistiyono, Nugroho, & Iriany, 2016). Bobot lokasi lain yang dikembangkan yakni bobot *cross covariance*. Penggunaan bobot *cross covariance* telah diteliti dan diaplikasikan dalam penelitian Apanasovich & Genton (2010) untuk memprediksi polusi di California dan penelitian Efromovich & Smirnova (2013) untuk proses imaging fMRI dengan pendekatan wavelate. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi model GSTAR yang dibangun menggunakan bobot *cross covariance* dan membandingkan tingkat akurasinya dengan model GSTAR yang dibangun dengan bobot *cross correlation*.

METODE

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang berasal dari data curah hujan 10 harian yang didapatkan dari BMKG Karangploso. Periode data yang digunakan adalah Januari 2005 sampai dengan Desember 2015, dimana data untuk melakukan *training (in-sample)* adalah data bulan Januari 2005 sampai dengan Desember 2014. Sedangkan data bulan Januari 2015 sampai dengan Desember 2015 digunakan sebagai data *testing (out-of-sample)*. Langkah pertama yang dilakukan adalah pengujian stasioneritas data curah hujan. Uji stasioneritas terhadap rata-rata dilakukan dengan menggunakan uji Augmented Dickey Fuller. Sedangkan uji stasioneritas terhadap ragam dilakukan dengan uji Box-Cox. Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi lag MACF dan MPACF yang nyata untuk menentukan orde yang akan digunakan sebagai estimasi model GSTAR. Berikutnya, dilakukan penghitungan bobot

normalisasi cross correlation dengan persamaan $w_{ij} = \frac{r_{ij}(1)}{\sum_{k \neq i} |r_{ik}(1)|}$ (Suhartono & Subanar,

2006) dan bobot normalisasi *cross covariance*

$$\sum_{t=k+1}^n [z_i(t) - \bar{z}_i][z_j(t-k) - \bar{z}_j] = r_{ij}(k) \sqrt{\left(\sum_{t=1}^n [z_i(t) - \bar{z}_i]^2 \right) \left(\sum_{t=1}^n [z_j(t-k) - \bar{z}_j]^2 \right)}$$

(Apanasovich & Genton, 2010; Efromovich & Smirnova, 2013). Proses berikutnya yakni melakukan analisis GSTAR-OLS untuk mendapatkan nilai residual dengan persamaan

$\mathbf{Z}(t) = \boldsymbol{\mu}(t) + [\boldsymbol{\Phi}_{01} + \boldsymbol{\Phi}_{11}\mathbf{W}]\mathbf{Z}(t-1) + \boldsymbol{\varepsilon}(t)$. Selanjutnya Menghitung matriks var $(\boldsymbol{\varepsilon}) = \boldsymbol{\Omega}$ dengan persamaan

$$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1m} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{m1} & \sigma_{m2} & \dots & \sigma_{mm} \end{bmatrix}$$

Langkah berikutnya adalah estimasi parameter GSTAR(1,p)-SUR dengan menggunakan rumus $\beta = (X'\Omega^{-1}X)^{-1}X'\Omega^{-1}y$. Model terbaik dipilih berdasarkan nilai RMSE dan R^2 prediction. Proses analisis data penelitian dilakukan dengan menggunakan software R dan SAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data curah hujan harian yang didapatkan dari titik pos hujan untuk wilayah Blimbing, Karangploso, Singosari, Dau, dan Wagir. Berikut deskripsi statistik data curah hujan pada kelima lokasi tersebut tersaji dalam Tabel 1:

Tabel 1. Deskripsi Statistik Data Curah Hujan di Lima Lokasi Penelitian

Lokasi	N	Rerata (mm)	Standar Deviasi (mm)	Minimum (mm)	Maksimum (mm)
Blimbing	360	5.682	6.909	0	33.5
Singosari	360	3.93	5.575	0	41.75
Karangploso	360	4.302	5.71	0	25.36
Dau	360	4.564	5.825	0	36.38
Wagir	360	7.08	8.187	0	43.63

Berdasarkan pada Tabel 1 di atas, secara deskriptif ditunjukkan bahwa rerata curah hujan di Kecamatan Wagir paling tinggi dan Kecamatan Singosari memiliki rerata curah hujan yang paling rendah. Di semua lokasi penelitian didapatkan nilai standar deviasi lebih besar dari rata-rata yang mengindikasikan tingkat keragaman curah hujan di semua lokasi penelitian sangat tinggi. Selain itu, heterogenitas lokasi pengamatan dapat diukur dengan menghitung Indeks Gini. Semakin tinggi nilai indeks gini, menunjukkan antar lokasi juga akan semakin heterogen. Perhitungan indeks gini untuk kelima lokasi pada penelitian ini adalah :

$$\begin{aligned}
 G_n &= 1 + \frac{1}{n} - \frac{2}{n^2 \bar{y}_i} \sum_{i=1}^N y_i \\
 &= 1 + \frac{1}{360} - \frac{2}{360^2 \cdot 5.111} 9200.68 \\
 &= 0.975
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan indeks gini didapatkan nilai indeks gini yang tinggi yaitu 0.975, mendekati 1. Dari penghitungan Indeks Gini tersebut ditunjukkan bahwa bahwa antarlokasi heterogen sehingga pemodelan menggunakan model GSTAR-SUR dapat dilakukan.

Pengujian stasioneritas terhadap ragam dilakukan dengan menggunakan plot *Box-Cox*. Stasioneritas terhadap ragam dikatakan terpenuhi jika dari hasil plot *Box-Cox* didapatkan nilai $\lambda = 1$. Namun, jika nilai $\lambda \neq 1$, maka dilakukan proses transformasi data. Berikut hasil pengujian stasioneritas terhadap ragam pada data curah hujan tiap lokasi :

Tabel 2. Pengujian Stasioneritas Terhadap Ragam Curah Hujan Tiap Lokasi

Lokasi	λ	Transformasi I	
		Transformasi	λ
Blimbing	-0.27	$Z^{-0.27}$	1.0
Singosari	-0.68	$Z^{-0.68}$	1.0
Karangploso	-0.50	$Z^{-0.5}$	1.0
Dau	-0.50	$Z^{-0.5}$	1.0
Wagir	-0.19	$Z^{-0.19}$	1.0

Berdasarkan Tabel 4.3 nilai λ awal untuk semua lokasi penelitian belum bernilai 1. Hal ini menunjukkan bahwa data curah hujan di tiap lokasi belum stasioner terhadap ragam sehingga perlu dilakukan transformasi Box-Cox. Hasil transformasi Box-Cox I menunjukkan nilai $\lambda = 1$ yang berarti bahwa data telah stasioner terhadap ragam dan transformasi dihentikan.

Selain stasioner terhadap ragam, pengujian stasioneritas juga dilakukan terhadap rata-rata. Pengujian stasioneritas terhadap rata-rata dilakukan dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Stasioneritas terhadap rata-rata dikatakan terpenuhi jika dari hasil pengujian ADF didapatkan p-value kurang dari 0.05. Jika dari hasil pengujian ADF didapatkan p-value lebih dari 0.05, maka perlu dilakukan proses differencing. Berikut hasil pengujian ADF:

Tabel 3. Pengujian Stasioneritas Terhadap Rata-Rata Curah Hujan Tiap Lokasi

Lokasi	t-Statistics	p-value
Blimbing	-5.974	0.000
Singosari	-5.556	0.000
Karangploso	-7.831	0.000
Dau	-7.215	0.000
Wagir	-7.425	0.000

Berdasarkan hasil pengujian stasioneritas terhadap rata-rata dengan menggunakan uji ADF pada Tabel 3, pada tiap lokasi didapatkan p-value kurang dari 0.05. Dari pengujian ini ditunjukkan bahwa stasioneritas data curah hujan terhadap rata-rata telah terpenuhi.

Proses identifikasi model GSTAR dilakukan dengan melihat skema *Matrix Partial Autocorrelation Function* (MPACF).

Tabel 4. Skema Matriks Partial Autokorelasi (MPACF)

Schematic Representation of Partial Cross Correlations												
Variable/Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BLIMBING	.+++.	.+...
SINGOSARI	+++..	.+...	.+...+...	-....	.+...	-....
KARANGPLOSO	+.+.+	+.+.+	+.+.++..+	...-.	.+...+..
DAU	..+++.	+.+.+	...-.-.	-...-
WAGIR	+.+.+	+.+.++.+

+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between

Berdasarkan skema matriks MPACF pada Tabel 4 terlihat bahwa terdapat lag MPACF yang nyata pada lag 1 sampai lag 3. Kemudian pada lag 4, tidak ada autokorelasi parsial yang signifikan. Kemudian pada lag 5 dan seterusnya terdapat beberapa autokorelasi parsial yang signifikan. Berdasarkan dari skema MPACF tersebut, ditunjukkan bahwa autokorelasi parsial yang signifikan terpotong pada lag 4. Sehingga, penentuan orde VAR (p) dilakukan dengan melihat nilai AIC terkecil untuk lag yang nyata. Berikut nilai AIC pada pada lag 1 hingga lag 3:

Tabel 5. Nilai AIC untuk Penentuan Orde GSTAR

Orde	Nilai AIC
1	14.67906
2	14.52868
3	14.52445

Berdasarkan nilai AIC pada Tabel 5 terlihat bahwa nilai AIC terendah didapatkan pada orde ke-3. Sehingga, model GSTAR yang digunakan memiliki orde 3. Selain menentukan orde dengan nilai AIC, identifikasi model GSTAR juga dilakukan dengan melakukan plot ACF dan PACF secara univariat pada tiap lokasi. Berdasarkan pada plot ACF ditunjukkan bahwa data curah hujan pada tiap lokasi terdapat indikasi pola musiman. Hal ini dapat dilihat pada plot ACF yang memiliki pola yang berulang pada time lag tertentu. Berdasarkan pada plot PACF pada Lampiran 8 ditunjukkan bahwa pada beberapa *time lag* terdapat PACF yang melewati garis batas 5%. Jika dipadukan pada 5 lokasi, ditemukan bahwa kelima lokasi tersebut memiliki PACF yang melewati time lag 12 dan 36. Oleh karena itu, hasil identifikasi pola musiman ditunjukkan bahwa model yang sesuai adalah GSTAR ((1),1,2,3,12,36).

Penelitian ini menggunakan lima lokasi dengan nilai $n_i^{(1)}$ atau banyaknya lokasi yang berdekatan dengan lokasi i adalah 4 lokasi sehingga matriks normalisasi *cross correlation* adalah sebagai berikut :

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 0.2353 & 0.2294 & 0.2688 & 0.2665 \\ 0.2664 & 0 & 0.2143 & 0.2675 & 0.2518 \\ 0.2734 & 0.2100 & 0 & 0.2765 & 0.2401 \\ 0.2950 & 0.2174 & 0.2327 & 0 & 0.2549 \\ 0.2694 & 0.2235 & 0.2420 & 0.2650 & 0 \end{bmatrix}$$

Sedangkan besarnya bobot normalisasi *cross covariance* berdasarkan penghitungan adalah sebagai berikut :

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 0.2060 & 0.2056 & 0.2458 & 0.3426 \\ 0.2754 & 0 & 0.1831 & 0.2331 & 0.3084 \\ 0.2847 & 0.1764 & 0 & 0.2427 & 0.2962 \\ 0.3058 & 0.1818 & 0.1993 & 0 & 0.3130 \\ 0.3085 & 0.2065 & 0.2290 & 0.2559 & 0 \end{bmatrix}$$

Hasil pendugaan parameter model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dengan bobot lokasi normalisasi korelasi silang untuk Kecamatan Blimbing adalah sebagai berikut :

$$\hat{Z}_{1t} = 0.119 Z_{1(t-1)} + 0.009 Z_{2(t-1)} - 0.009 Z_{3(t-1)} + 0.022 Z_{4(t-1)} + 0.017 Z_{5(t-1)} + 0.205 Z_{1(t-2)} + 0.087 Z_{2(t-2)} + 0.084 Z_{3(t-2)} + 0.009 Z_{4(t-2)} + 0.075 Z_{5(t-2)} - 0.086 Z_{1(t-3)} - 0.074 Z_{2(t-3)} + 0.037 Z_{3(t-3)} + 0.023 Z_{4(t-3)} + 0.005 Z_{5(t-3)} + 0.059 Z_{1(t-12)} - 0.056 Z_{2(t-12)} - 0.01 Z_{3(t-12)} + 0.019 Z_{4(t-12)} - 0.025 Z_{5(t-12)} + 0.246 Z_{1(t-36)} + 0.052 Z_{2(t-36)} - 0.093 Z_{3(t-36)} + 0.034 Z_{4(t-36)} + 0.069 Z_{5(t-36)}$$

Sedangkan hasil pendugaan parameter model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dengan bobot lokasi normalisasi *cross covariance* adalah sebagai berikut :

$$\hat{Z}_{1t} = 0.116 Z_{1(t-1)} + 0.003 Z_{2(t-1)} - 0.006 Z_{3(t-1)} + 0.022 Z_{4(t-1)} + 0.015 Z_{5(t-1)} + 0.212 Z_{1(t-2)} + 0.083 Z_{2(t-2)} + 0.081 Z_{3(t-2)} + 0.018 Z_{4(t-2)} + 0.072 Z_{5(t-2)} - 0.092 Z_{1(t-3)} - 0.066 Z_{2(t-3)} + 0.031 Z_{3(t-3)} + 0.025 Z_{4(t-3)} + 0 Z_{5(t-3)} + 0.06 Z_{1(t-12)} - 0.048 Z_{2(t-12)} - 0.016 Z_{3(t-12)} + 0.016 Z_{4(t-12)} - 0.023 Z_{5(t-12)} + 0.256 Z_{1(t-36)} + 0.045 Z_{2(t-36)} - 0.085 Z_{3(t-36)} + 0.025 Z_{4(t-36)} + 0.068 Z_{5(t-36)}$$

Hasil pendugaan parameter model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dengan bobot lokasi normalisasi korelasi silang untuk Kecamatan Singosari adalah sebagai berikut :

$$\hat{Z}_{2t} = 0.024 Z_{1(t-1)} + 0.171 Z_{2(t-1)} - 0.009 Z_{3(t-1)} + 0.02 Z_{4(t-1)} + 0.012 Z_{5(t-1)} + 0.017 Z_{1(t-2)} - 0.255 Z_{2(t-2)} + 0.083 Z_{3(t-2)} + 0.009 Z_{4(t-2)} + 0.052 Z_{5(t-2)} + 0.055 Z_{1(t-3)} + 0.649 Z_{2(t-3)} + 0.036 Z_{3(t-3)} + 0.021 Z_{4(t-3)} + 0.004 Z_{5(t-3)} - 0.017 Z_{1(t-12)} + 0.335 Z_{2(t-12)} - 0.01 Z_{3(t-12)} + 0.018 Z_{4(t-12)} - 0.018 Z_{5(t-12)} + 0.031 Z_{1(t-36)} - 0.084 Z_{2(t-36)} - 0.092 Z_{3(t-36)} + 0.031 Z_{4(t-36)} + 0.048 Z_{5(t-36)}$$

Sedangkan hasil pendugaan parameter model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dengan bobot lokasi normalisasi *cross covariance* adalah sebagai berikut :

$$\hat{Z}_{2t} = 0.024 Z_{1(t-1)} + 0.206 Z_{2(t-1)} - 0.006 Z_{3(t-1)} + 0.021 Z_{4(t-1)} + 0.01 Z_{5(t-1)} + 0.013 Z_{1(t-2)} - 0.281 Z_{2(t-2)} + 0.081 Z_{3(t-2)} + 0.016 Z_{4(t-2)} + 0.05 Z_{5(t-2)} + 0.055 Z_{1(t-3)} + 0.639 Z_{2(t-3)} + 0.03 Z_{3(t-3)} + 0.023 Z_{4(t-3)} + 0 Z_{5(t-3)} - 0.017 Z_{1(t-12)} + 0.301 Z_{2(t-12)} - 0.015 Z_{3(t-12)} + 0.015 Z_{4(t-12)} - 0.016 Z_{5(t-12)} + 0.025 Z_{1(t-36)} - 0.04 Z_{2(t-36)} - 0.084 Z_{3(t-36)} + 0.023 Z_{4(t-36)} + 0.047 Z_{5(t-36)}$$

Hasil pendugaan parameter model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dengan bobot lokasi normalisasi korelasi silang untuk Kecamatan Karangploso adalah sebagai berikut :

$$\hat{Z}_{3t} = 0.033 Z_{1(t-1)} + 0.008 Z_{2(t-1)} + 0.411 Z_{3(t-1)} + 0.023 Z_{4(t-1)} + 0.016 Z_{5(t-1)} + 0.023 Z_{1(t-2)} + 0.081 Z_{2(t-2)} - 0.318 Z_{3(t-2)} + 0.01 Z_{4(t-2)} + 0.072 Z_{5(t-2)} + 0.076 Z_{1(t-3)} - 0.069 Z_{2(t-3)} - 0.056 Z_{3(t-3)} + 0.024 Z_{4(t-3)} + 0.005 Z_{5(t-3)} - 0.023 Z_{1(t-12)} - 0.052 Z_{2(t-12)} + 0.029 Z_{3(t-12)} + 0.02 Z_{4(t-12)} - 0.024 Z_{5(t-12)} + 0.042 Z_{1(t-36)} + 0.048 Z_{2(t-36)} + 0.752 Z_{3(t-36)} + 0.035 Z_{4(t-36)} + 0.066 Z_{5(t-36)}$$

Sedangkan hasil pendugaan parameter model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dengan bobot lokasi normalisasi *cross covariance* adalah sebagai berikut :

$$\hat{Z}_{3t} = 0.033 Z_{1(t-1)} + 0.003 Z_{2(t-1)} + 0.407 Z_{3(t-1)} + 0.023 Z_{4(t-1)} + 0.014 Z_{5(t-1)} + 0.018 Z_{1(t-2)} + 0.078 Z_{2(t-2)} - 0.348 Z_{3(t-2)} + 0.019 Z_{4(t-2)} + 0.069 Z_{5(t-2)} + 0.076 Z_{1(t-3)} - 0.061 Z_{2(t-3)} - 0.028 Z_{3(t-3)} + 0.026 Z_{4(t-3)} + 0 Z_{5(t-3)} - 0.023 Z_{1(t-12)} - 0.045 Z_{2(t-12)} + 0.067 Z_{3(t-12)} + 0.017 Z_{4(t-12)} - 0.022 Z_{5(t-12)} + 0.035 Z_{1(t-36)} + 0.042 Z_{2(t-36)} + 0.744 Z_{3(t-36)} + 0.026 Z_{4(t-36)} + 0.065 Z_{5(t-36)}$$

Hasil pendugaan parameter model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dengan bobot lokasi normalisasi korelasi silang untuk Kecamatan Dau adalah sebagai berikut :

$$\hat{Z}_{4t} = 0.033 Z_{1(t-1)} + 0.009 Z_{2(t-1)} - 0.009 Z_{3(t-1)} + 0.253 Z_{4(t-1)} + 0.016 Z_{5(t-1)} + 0.023 Z_{1(t-2)} + 0.089 Z_{2(t-2)} + 0.086 Z_{3(t-2)} + 0.13 Z_{4(t-2)} + 0.069 Z_{5(t-2)} + 0.076 Z_{1(t-3)} - 0.075 Z_{2(t-3)} + 0.038 Z_{3(t-3)} + 0 Z_{4(t-3)} + 0.005 Z_{5(t-3)} - 0.023 Z_{1(t-12)} - 0.057 Z_{2(t-12)} - 0.01 Z_{3(t-12)} - 0.119 Z_{4(t-12)} - 0.023 Z_{5(t-12)} + 0.042 Z_{1(t-36)} + 0.053 Z_{2(t-36)} - 0.096 Z_{3(t-36)} + 0.169 Z_{4(t-36)} + 0.064 Z_{5(t-36)}$$

Sedangkan hasil pendugaan parameter model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dengan bobot lokasi normalisasi *cross covariance* adalah sebagai berikut :

$$\hat{Z}_{4t} = 0.034 Z_{1(t-1)} + 0.003 Z_{2(t-1)} - 0.006 Z_{3(t-1)} + 0.25 Z_{4(t-1)} + 0.014 Z_{5(t-1)} + 0.018 Z_{1(t-2)} + 0.085 Z_{2(t-2)} + 0.084 Z_{3(t-2)} + 0.083 Z_{4(t-2)} + 0.066 Z_{5(t-2)} + 0.077 Z_{1(t-3)} - 0.067 Z_{2(t-3)} + 0.032 Z_{3(t-3)} - 0.008 Z_{4(t-3)} + 0 Z_{5(t-3)} - 0.023 Z_{1(t-12)} - 0.049 Z_{2(t-12)} - 0.016 Z_{3(t-12)} - 0.113 Z_{4(t-12)} - 0.021 Z_{5(t-12)} + 0.035 Z_{1(t-36)} + 0.046 Z_{2(t-36)} - 0.087 Z_{3(t-36)} + 0.203 Z_{4(t-36)} + 0.063 Z_{5(t-36)}$$

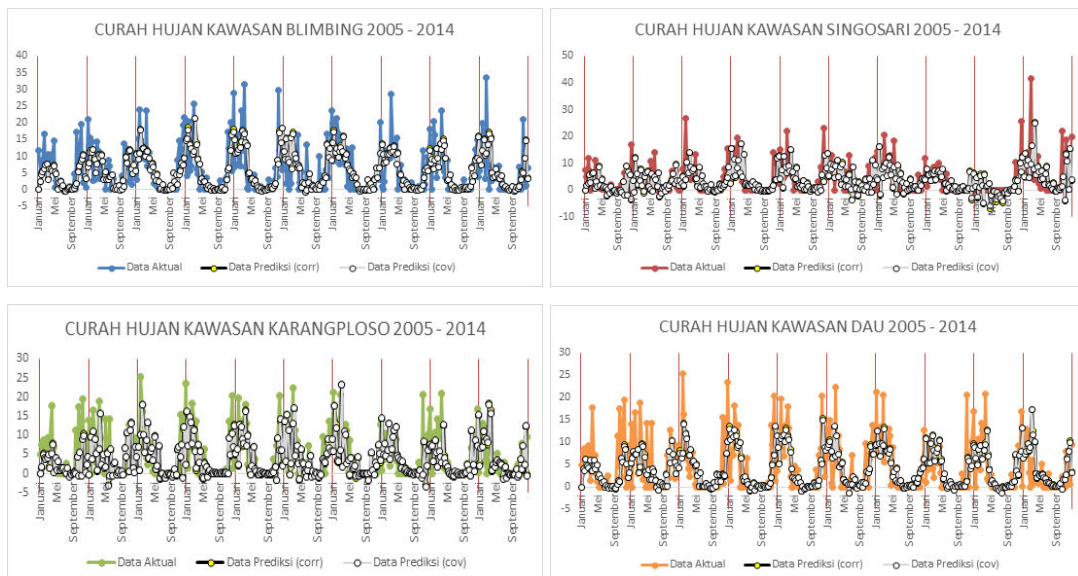
Hasil pendugaan parameter model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dengan bobot lokasi normalisasi korelasi silang untuk Kecamatan Wagir adalah sebagai berikut :

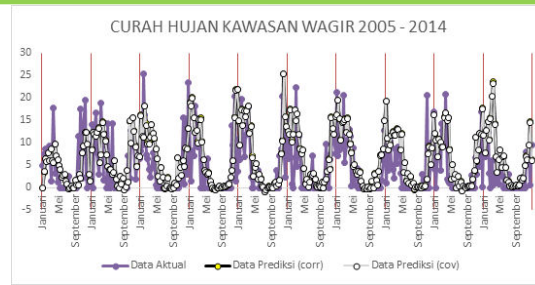
$$\hat{Z}_{5t} = 0.031 Z_{1(t-1)} + 0.009 Z_{2(t-1)} - 0.01 Z_{3(t-1)} + 0.023 Z_{4(t-1)} + 0.243 Z_{5(t-1)} + 0.022 Z_{1(t-2)} + 0.092 Z_{2(t-2)} + 0.092 Z_{3(t-2)} + 0.01 Z_{4(t-2)} + 0.07 Z_{5(t-2)} + 0.072 Z_{1(t-3)} - 0.078 Z_{2(t-3)} + 0.04 Z_{3(t-3)} + 0.024 Z_{4(t-3)} + 0.048 Z_{5(t-3)} - 0.022 Z_{1(t-12)} - 0.059 Z_{2(t-12)} - 0.011 Z_{3(t-12)} + 0.02 Z_{4(t-12)} + 0.047 Z_{5(t-12)} + 0.04 Z_{1(t-36)} + 0.055 Z_{2(t-36)} - 0.102 Z_{3(t-36)} + 0.035 Z_{4(t-36)} + 0.206 Z_{5(t-36)}$$

Sedangkan hasil pendugaan parameter model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dengan bobot lokasi normalisasi *cross covariance* adalah sebagai berikut :

$$\hat{Z}_{5t} = 0.032 Z_{1(t-1)} + 0.003 Z_{2(t-1)} - 0.007 Z_{3(t-1)} + 0.023 Z_{4(t-1)} + 0.252 Z_{5(t-1)} + 0.017 Z_{1(t-2)} + 0.088 Z_{2(t-2)} + 0.089 Z_{3(t-2)} + 0.018 Z_{4(t-2)} + 0.071 Z_{5(t-2)} + 0.072 Z_{1(t-3)} - 0.07 Z_{2(t-3)} + 0.034 Z_{3(t-3)} + 0.026 Z_{4(t-3)} + 0.061 Z_{5(t-3)} - 0.022 Z_{1(t-12)} - 0.051 Z_{2(t-12)} - 0.017 Z_{3(t-12)} + 0.017 Z_{4(t-12)} + 0.042 Z_{5(t-12)} + 0.033 Z_{1(t-36)} + 0.047 Z_{2(t-36)} - 0.093 Z_{3(t-36)} + 0.026 Z_{4(t-36)} + 0.204 Z_{5(t-36)}$$

Berikut plot prediksi data curah hujan di tiap lokasi :





Gambar 1. Curah Hujan Aktual dan Prediksi Model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dengan bobot Cross Correlation dan Cross Covariance

Pemeriksaan ketepatan model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dilakukan dengan menghitung nilai RMSE dan R^2 *prediction* pada model dengan bobot lokasi normalisasi korelasi silang dan *cross covariance*. Semakin rendah nilai RMSE dan semakin tinggi nilai R^2 *prediction*, maka semakin baik pula ketepatan model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR dalam menghasilkan nilai ramalan. Berikut pemeriksaan ketepatan model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR tersaji dalam Tabel 6:

Tabel 6. Pemeriksaan Ketepatan Model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR

Lokasi	Model Bobot Korelasi Silang			Model Bobot <i>Cross Covariance</i>		
	RMSE Data Training	RMSE Data Testing	R^2 <i>prediction</i>	RMSE Data Training	RMSE Data Testing	R^2 <i>prediction</i>
Blimbing			0.579			0.558
Singosari			0.609			0.599
Karangploso	5.796	10.471	0.707	5.779	10.433	0.720
Dau			0.565			0.595
Wagir			0.328			0.336

Berdasarkan hasil pemeriksaan ketepatan model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR pada Tabel 6, model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR yang menggunakan bobot korelasi silang memiliki nilai RMSE data training sebesar 5.796 dan RMSE pada data testing sebesar 10.471. Sedangkan pada model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR yang menggunakan bobot *cross covariance*, model, didapatkan nilai RMSE data training sebesar 5.779 dan RMSE data testing sebesar 10.433. Jika nilai RMSE pada kedua model tersebut dibandingkan, maka nilai RMSE kedua model relatif sama.

Selain dilakukan dengan menghitung nilai RMSE, pemeriksaan ketepatan model juga dilakukan dengan menghitung nilai R^2 *prediction* pada tiap lokasi. Sebagaimana terlihat pada Tabel 6, nilai R^2 *prediction* pada model GSTAR((1),1,2,3,12,36)-SUR yang menggunakan bobot *cross covariance*, lebih tinggi daripada R^2 *prediction* pada model dengan bobot korelasi silang, kecuali di lokasi Kecamatan Blimbing dan Singosari.

SIMPULAN

Model dengan bobot cross covariance menghasilkan tingkat akurasi yang lebih baik ditinjau dari nilai RMSE yang lebih rendah dan nilai R^2 lebih tinggi terutama untuk wilayah Karangploso, Dau, dan Wagir.

DAFTAR RUJUKAN

- Apanasovich, T. V., & Genton, M. G. (2010). Cross-covariance functions for multivariate random fields based on latent dimensions. *Biometrika*, 97(1), 15–30. <https://doi.org/10.1093/biomet/asp078>
- Borovkova, Lopuha, & Ruchjana, B. N. (2002). Generalized S-TAR with Random Weights. In *Proceeding of the 17th International Workshop on Statistical Modeling*. Chania-Greece.
- Efromovich, S., & Smirnova, E. (2013). Statistical Analysis of Large Cross-Covariance and Cross-Correlation Matrices Produced by fMRI Images. *Journal of Biometrics & Biostatistics*, 05(02). <https://doi.org/10.4172/2155-6180.1000193>
- Iriany, A., Firdaus, W. M., Nugroho, W. H., & Sulistyono, A. D. (2016). Rainfall Forecasting Using Gstar-Sur-Nn Approach in West Java Province. In *International Conference on Science, Engineering, Bulit Environment, and Social Science* (p. 1). Bandung.
- Iriany, A., Suhariningsih, Ruchjana, B. N., & Setiawan. (2013). Prediction of Precipitation Data at Batu Town Using the GSTAR (1 , p) -SUR Model. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3(6), 860–865.
- Pfeifer, P. E., & Deutsch, S. J. (1980). Identification and interpretation of first order space-time arma models. *Technometrics*. <https://doi.org/10.1080/00401706.1980.10486172>
- Pfeifer, P. E., & Deutsch, S. J. (1981). Seasonal Space-Time ARIMA Modeling. *Geographical Analysis*. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1981.tb00720.x>
- Ruchjana, B. N. (2001a). *Pemodelan Kurva Produksi Minyak Bumi Menggunakan Model Generalisasi STAR*. Bogor.
- Ruchjana, B. N. (2001b). Study on the Weight Matrix in the Space-Time Autoregressive Model. In *Proceeding of the Tenth International Symposium on Applied Stochastic Models and Data Analysis (ASMDA)* (pp. 789–794). Compiègne, France.
- Suhartono, & Atok, R. M. (2006). Pemilihan Bobot Lokasi yang Optimal pada Model GSTAR. In *Prosiding Konferensi Nasional Matematika XIII*. Semarang.
- Suhartono, & Subanar. (2006). The Optimal Determination of Space Weight in GSTAR Model by using Cross-correlation Inference. *Journal of Quantitative Methods*, 2(2), 45–53. Retrieved from http://personal.its.ac.id/files/pub/1042-suhartono-statistics-Suhartono_and_Subanar.pdf
- Sulistyono, A. D., Hadi Nugroho, W., & Iriany, A. (2015). Development of Hybrid Model GSTAR-SUR-NN and Aplication for Rainfall Forecasting. In *1st International Conference Pure Applied Resources Univ. Muhammadiyah Malang* (p. 104). Malang.
- Sulistyono, A. D., Nugroho, W. H., Fitriani, R., & Iriany, A. (2016). Hybrid Model GSTAR-SUR-NN For Precipitation Data. *Cauchy*, 4(2), 74. <https://doi.org/10.18860/ca.v4i2.3490>
- Sulistyono, A. D., Nugroho, W. H., & Iriany, A. (2016). Location Weight of GSTAR Model for Heterogeneity Variance of Precipitation Data. In *International Conference on Science, Engineering, Bulit Environment, and Social Science* (p. 6). Bandung.

Fenologi Bunga Jantan pada Tanaman Salak (*Salacca zalacca*) Di Desa Segaran Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

Aida Faizatul Fitria, Dwi Ari Budiretnani, dan Poppy Rahmatika Primandiri

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Nusantara PGRI Kediri

Email: aida6fitria@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui informasi fenologi perkembangan bunga jantan pada tanaman salak, sebagai informasi dasar dalam pelaksanaan uji viabilitas polen berdasarkan stadia bunga, dan informasi mengenai fase-fase perbungaan terutama perkembangan bunga dapat memberikan informasi dasar untuk program pemuliaan tanaman dalam perakitan varietas-varietas tanaman baru. Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan bunga salak jantan 3 hari sekali untuk mengetahui lamanya periode perkembangan bunga. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif untuk membuat deskriptif secara detail dan sistematis tentang fase-fase perbungaan salak jantan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fase kuncup kecil sampai bunga mekar membutuhkan waktu $\pm 69 - 210$ hari.

Kata Kunci:

fenologi,
salak,
bunga jantan

PENDAHULUAN

Kabupaten Kediri memiliki potensi yang besar dalam hal buah lokal. Terdapat banyak jenis buah lokal dengan kualitas baik, yang tersebar di 26 Kecamatan Kabupaten Kediri Jawa Timur. Tak jarang pula rasa dan kualitas buah lokal Kabupaten Kediri lebih unggul dari daerah lain. Salah satunya adalah buah salak di Desa Segaran (Kominfo, 2015). Budidaya buah salak di desa Segaran dilakukan seperti pada umumnya yaitu menggunakan bantuan manusia atau penyerbukan silang dengan satu tandan bunga salak jantan dipotong kemudian diletakkan pada salah satu ujung bunga salak betina yang sudah mulai mekar.

Tanaman salak (*Salacca zalacca*) pada umumnya bersifat berumah dua. Satu individu tanaman hanya menghasilkan satu macam bunga (gamet), jantan atau betina (Parjanto dkk, 2006). Pada tanaman salak yang hanya berbunga jantan atau betina, tanaman perlu dikawinkan yang dikenal dengan penyerbukan silang. Bila tidak dilakukan penyerbukan silang, maka bunga menjadi kering dan tidak terbentuk buah (N. Agung Kristyanto, 2010).

Keberhasilan terbentuknya buah salak ditentukan oleh bunga jantan. Kualitas serbuk sari pada pada bunga jantan yang baik sangat menentukan keberhasilan penyerbukan (Zaed, 2015). Kualitas serbuk sari dapat ditentukan dari tingkat viabilitasnya, serbuk sari dengan viabilitas tinggi akan lebih dahulu membuahi sel telur (Widiastuti dkk, 2008).

Polen dengan viabilitas tinggi dapat dihasilkan dari bunga jantan yang sudah cukup matang (Pandin, 2010). Polen dikatakan matang apabila telah terbentuk sel generatif atau sel sperma di dalamnya (Hasanudin, tanpa tahun), dengan polen yang memiliki viabilitas tinggi akan memberikan persentase buah yang lebih tinggi apabila digunakan dalam penyerbukan,

sehingga diperlukan informasi tentang uji viabilitas polen berdasarkan stadia bunga pada salak Kediri, untuk mengetahui pada stadia berapa bunga salak jantan memiliki viabilitas yang tinggi. Sebelum dilakukan uji viabilitas yang dilihat dari stadia bunga salak jantan, maka perlu informasi fenologi bunga jantan pada tanaman salak. Fenologi pembungaan merupakan proses awal dari perkembangbiakan suatu tumbuhan dan waktu pembungaan dari kuncup hingga layu (Tabla dan Vargas, 2004).

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai informasi dasar dalam pelaksanaan uji viabilitas polen berdasarkan stadia bunga, untuk mengetahui viabilitas polen yang tinggi, sehingga menghasilkan persentase buah yang tinggi pula. Di sisi lain, informasi yang berkembang di masyarakat sampai saat ini masih sebatas pada kajian morfologi bunganya, sehingga penelitian mengenai fenologi perkembangan bunga salak jantan penting untuk dilakukan. Informasi mengenai fase-fase perbungaan terutama perkembangan bunga dapat memberikan informasi dasar untuk program pemuliaan tanaman dalam perakitan varietas-varietas tanaman baru.

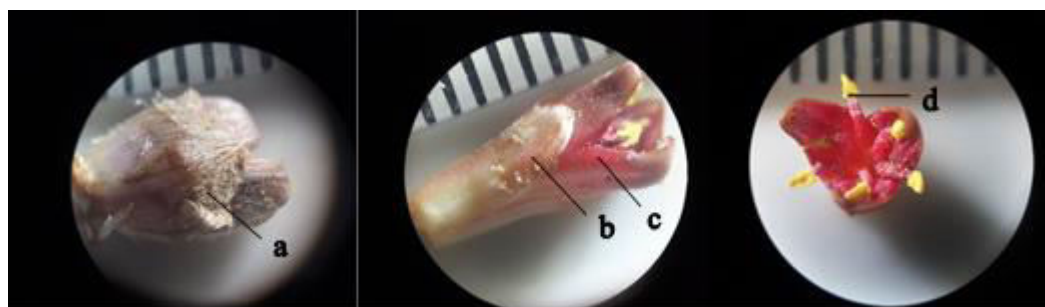
METODE

Penelitian fenologi menggunakan metode deskriptif eksploratif untuk membuat deskriptif secara detail dan sistematis tentang fase-fase perbungaan pada bunga jantan *Salacca zalacca*. Pengamatan perkembangan bunga dilakukan terhadap lamanya periode inisiasi bunga, kuncup menuju anthesis dan bunga anthesis (Fitriani, 2013).

Parameter yang akan diukur dari sampel adalah: (1) gejala perubahan fisik (struktur dan morfologi) organ reproduktif berupa bentuk, ukuran dan warna; (2) tahap-tahap perkembangan organ reproduktif serta waktu terjadinya perubahan dari suatu tahap perkembangan menuju tahap berikutnya; dan (3) jangka waktu berlangsungnya masing-masing tahap tersebut (Mulyawati, 2005). Analisis data dilakukan untuk menentukan fase-fase perkembangan bunga. Data deskriptif yang diperoleh dikelompokkan berdasarkan karakter (bentuk, warna, dan ukuran) (Fitriani, 2013). Penelitian ini dilaksanakan di kebun salak di Ds. Segaran Kec. Wates Kab. Kediri, dan di laboratorium Universitas Nusantara PGRI Kediri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan dari fenologi bunga salak jantan di Desa Segaran Kecamatan Wates Kabupaten Kediri, sampel yang digunakan untuk penelitian yaitu 10 pohon dengan 17 tandan bunga salak jantan yang diambil secara acak. Seludang terpendek yang diukur pada saat mulai muncul sepanjang 12 cm, pengamatan dilakukan sampai bunga mekar sempurna berlangsung antara \pm 69 - 210 hari. Bunga jantan dan bunga betina pada tanaman salak tersusun dalam tipe perbungaan tongkol. Bunga jantan tersusun seperti genteng dan sebelum bunga mekar diselubungi oleh seludang (Suskendriyati, 2000). Panjang seludang bunga jantan antara 50 – 100 cm dan bunga betina 20-30 cm (Schuiling dan Moge, 1992 ; Fatima 1999). Tandan bunga jantan terdiri dari 5 – 20 tongkol, satu floret bunga jantan terdiri dari 3 mahkota bunga dengan 6 benang sari yang berwarna kuning (Gambar 1). Fase pembungaan salak jantan dapat dikelompokkan menjadi 4 fase (Tabel 1).



Gambar 1. Penampilan Struktur Bunga Jantan, a. Braktea (daun pelindung), b. Kelopak, c. Mahkota, d. Benang sari. (Sumber : Koleksi Pribadi)

Tabel 1. Rekapitulasi Fase Pembungaan Salak Jantan

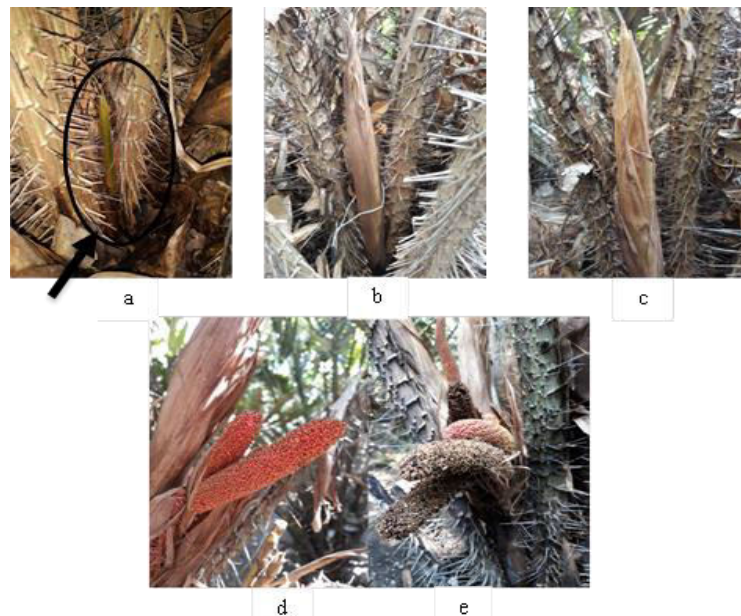
Fase	Jangka waktu (hari)	Keterangan
Seludang kecil menuju Seludang besar	± 144 hari	Pada fase ini seludang masih berwarna hijau, panjang seludang 12 cm, akhir fase ini ditandai dengan berubahnya warna seludang menjadi coklat dan seludang makin membesar, panjang seludang antara ± 19 cm - 38 cm.
Seludang besar menuju seludang membuka	± 51 hari	Pada fase ini seludang berwarna coklat kering dan pecah-pecah, kemudian akhir fase ini ditandai dengan seludang terebuka dan muncul tongkol, panjang antara ± 20 cm - 70 cm.
Seludang membuka menuju bunga mekar	$\pm 18 - 39$ hari	Pada fase ini terbagi menjadi beberapa fase lagi : <ol style="list-style-type: none"> 1. Tongkol berwarna krem ± 12 hari 2. Tongkol berwarna krem kehijauan ± 9 3. Tongkol berwarna hijau kecoklatan ± 9 hari 4. Tongkol berwarna coklat ± 6 hari 5. Tongkol berwarna coklat kemerahan ± 2 hari 6. Bunga mekar
Bunga mekar hingga layu	± 3 hari	Fase anthesis merupakan fase bunga mekar, sebelum bunga anthesis dijumpai banyak serangga pada bagian tongkol yang berwarna coklat kemerahan, mahkota berwarna merah, anthesis bunga jantan tidak bertahan lama, pada hari ke 3 setelah anthesis bunga akan berubah menjadi coklat dan mengering.

Fase awal pembungaan dimulai dengan munculnya kuncup kecil yang berbentuk runcing yang tumbuh dibalik pelepah daun sehingga seolah-olah diapit oleh dua pelepah daun (Gambar 2.a). Pada fase ini seludang masih berwarna hijau. Fase ini membutuhkan jangka waktu paling lama dibanding fase-fase yang lain yaitu selama ± 144 hari. Berbeda dengan fase pembungaan pinang yaki, pada fase kuncup memiliki jangka waktu yang singkat yaitu 8 hari (Fitriani, 2013).

Pada fase kuncup besar seludang berwarna coklat, dengan seiring bertambahnya waktu ukuran seludang dan panjang seludang makin bertambah dan seludang berwarna coklat kering dan pecah-pecah dikarenakan terdapat pembentukan struktur bunga jantan di dalam seludang (Gambar 2.b), selanjutnya muncul tongkol yang berwarna krem, fase ini disebut dengan fase perkembangan kuncup bunga. Munculnya tongkol pada seludang tidak selalu

pada ujung seludang, ada yang muncul di bagian bawah yang seludangnya terbagi menjadi beberapa tandan. Munculnya tongkol menunjukkan akhir dari fase kuncup besar. Pada pengamatan fenologi bunga jantan pada tanaman salak di Desa Segaran, panjang seludang tidak mempengaruhi kemunculan tongkol, dikarenakan terdapat panjang seludang pada 20 cm seludang mulai membuka, dan pada panjang 60 cm seludang belum membuka.

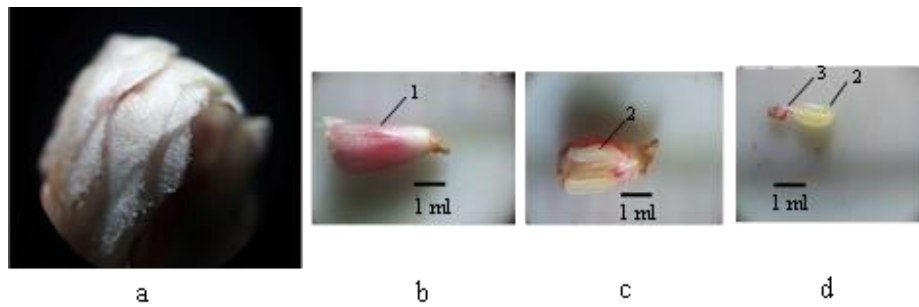
Perkembangan bunga salak jantan didapatkan 6 tahapan perkembangan, dimulai dari seludang terbuka, yang pertama seludang terbuka yang memiliki tongkol berwarna krem, kedua tongkol berubah berwarna krem kecoklatan, ketiga tongkol berwarna hijau kecoklatan, keempat tongkol berwarna coklat, kelima tongkol berwarna coklat kemerahan, kemudian keenam bunga mekar dan layu (Gambar 3).



Gambar 2. Perkembangan Bunga Salak Jantan a. kuncup kecil, b. Kuncup besar, c. Seludang membuka, d. Bunga mekar, e. Layu. (Sumber : Koleksi Pribadi)



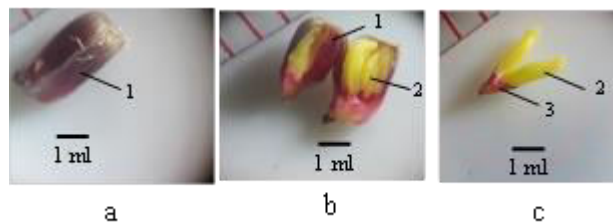
Gambar 3. Perkembangan Bunga Salak Jantan Dimulai dari Seludang Membuka a. tongkol berwarna krem, b. tongkol berwarna krem kehijauan, c. tongkol berwarna hijau kecoklatan, d. tongkol berwarna coklat, e. tongkol berwarna coklat kemerahan, f. bunga mekar, g. Bunga layu. (Sumber : Koleksi Pribadi)



Gambar 4. Penampilan Bunga pada Fase Tongkol Berwarna Krem a. braktea (daun pelindung). b. satu floret bunga salak jantan, (1) mahkota, c. satu floret bunga salak jantan yang dibuka, (2) anter. d. benang sari, (2) anter, (3) filament. (Sumber : Koleksi Pribadi)

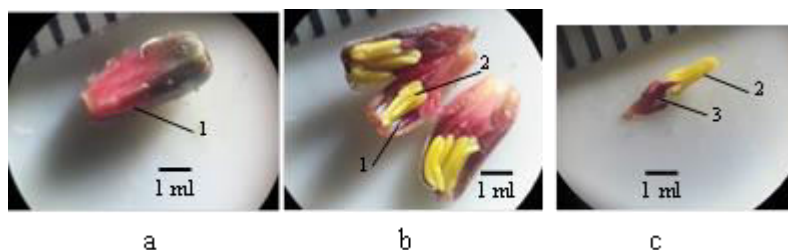
Fase seludang membuka atau fase perkembangan kuncup bunga, diawali dengan munculnya tongkol yang berwarna krem. Bunga majemuk masih tertutup oleh braktea (daun pelindung) yang berwarna krem. Hasil pengamatan dari mikroskop stereo, tongkol yang berwarna krem sudah memperlihatkan adanya struktur bakal organ kelamin seperti benang sari dengan anter (kepala sari) dan filament (tangkai sari) yang masih berwarna putih bening yang ditutupi oleh mahkota yang berwarna merah keputihan (Gambar 4.d).

Pada fase tongkol berwarna krem kehijauan, bunga masih tertutup oleh braktea (daun pelindung) yang berubah warna menjadi krem kehijauan, dan bagian mahkota berwarna merah lebih tua dari fase sebelumnya, pada fase ini anter (kepala sari) berwarna kuning bening (Gambar 5.c). Panjang bunga 3 ml dan panjang benang sari 2 ml. Pollen yang ada di dalam anter tampak masih padat (masih berupa massa sel yang homogen) dan filament (tangkai sari) berwarna merah (Gambar 5.d).

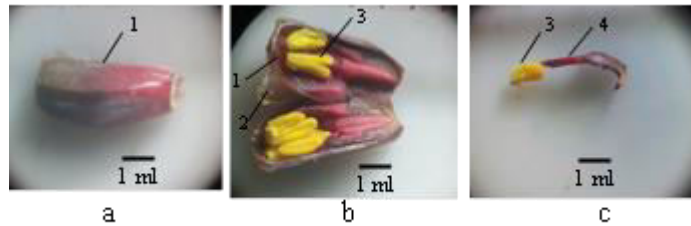


Gambar 5. Penampilan Bunga pada Fase Tongkol Berwarna Krem Kehijauan a. Satu floret bunga salak jantan, (1) mahkota. b. Satu floret bunga salak jantan yang dibuka, (1) mahkota (2) anter. c. Benang sari, (2) anter, (3) filament. (Sumber : Koleksi Pribadi)

Pada fase tongkol berwarna hijau kecoklatan, braktea (daun pelindung) mulai sedikit membuka dikarenakan ukuran kuncup bunga mengalami penambahan, karena struktur organ kelamin pada bunga yang ada di dalam kuncup menampakkan pertumbuhan dan perkembangan, yaitu dengan panjang bunga 4 ml dan panjang benang sari 3 ml. Anter berwarna kuning lebih gelap dari fase sebelumnya (Gambar 6.c). Proses perubahan warna pada anthera menunjukkan terjadinya peningkatan *spopollenin* dan *polenkit* yang mengandung protein, lemak dan enzim (Mulyawati,2005). Filament berubah warna menjadi merah tua dari fase yang sebelumnya, dan filament mulai terlihat jelas. Meskipun demikian, pollen yang ada di dalamnya masih padat dan tetap berwarna kuning.

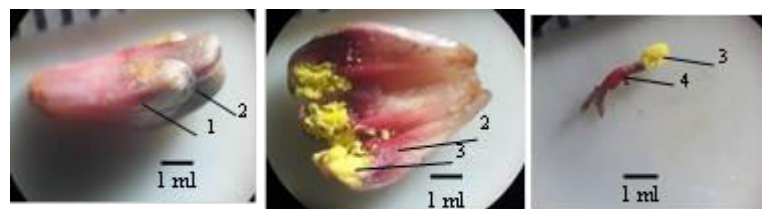


Gambar 6. Penampilan Bunga pada Fase Tongkol Berwana Hijau Kecoklatan a. Satu floret bunga salak jantan, (1) mahkota. b. Satu floret bunga salak jantan yang dibuka, (1) mahkota, (2) anter. c. Benang sari, (2) anter, (3) filament. (Sumber : Koleksi Pribadi)



Gambar 7. Penampilan Bunga pada Fase Tongkol Berwana Coklat a. Satu floret bunga salak jantan, (1) mahkota. b. Satu floret bunga salak jantan yang dibuka, (1) mahkota, (2) kelopak, (3) anter. c. Benang sari, (3) anter, (4) filament. (Sumber : Koleksi Pribadi)

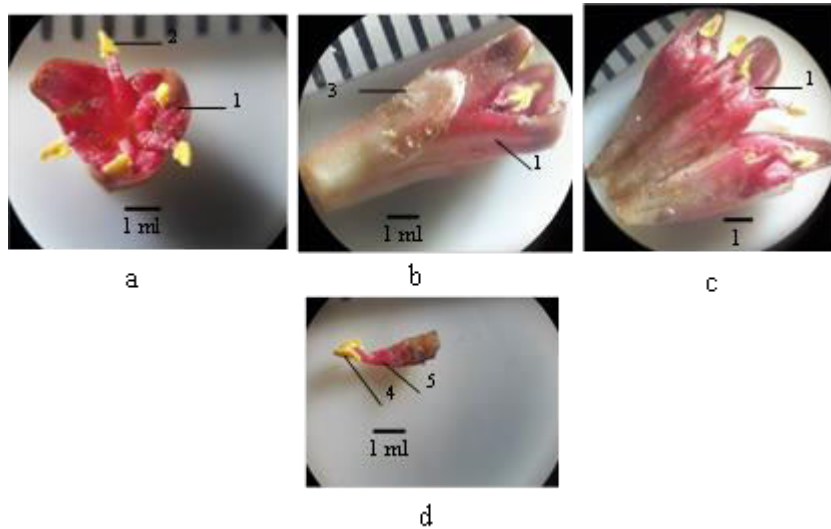
Fase tongkol berwarna coklat, daun pelindung yang berwarna coklat mulai membuka sehingga bunga terlihat berwarna coklat di bagian ujung, tetapi bunga masih dalam kondisi kuncup. Pada fase ini mahkota berwarna merah tua dan dibagian ujung berwarna coklat kehijauan (Gambar 7.b), filament (tangkai sari) berwarna merah tua, dan anter (kepala sari) berwarna kuning (Gambar 7.d). Pollen yang ada didalamnya sudah tidak padat lagi, dikarenakan jika dipegang pollen tersebut maka akan terasa seperti tepung atau serbuk (Damaiyani, 2011). Sebagian anter (kepala sari) sudah ada yang pecah dan keluar serbuk sari meski bunga belum mekar.



Gambar 8. Penampilan Bunga pada Fase Tongkol Berwana Coklat Kemerahan a. Satu floret bunga salak jantan, (1) kelopak, (2) mahkota. b. Satu floret bunga salak jantan yang dibuka, (2) mahkota, (3) anter pecah. c. Benang sari, (3) anter, (4) filament. (Sumber : Koleksi Pribadi)

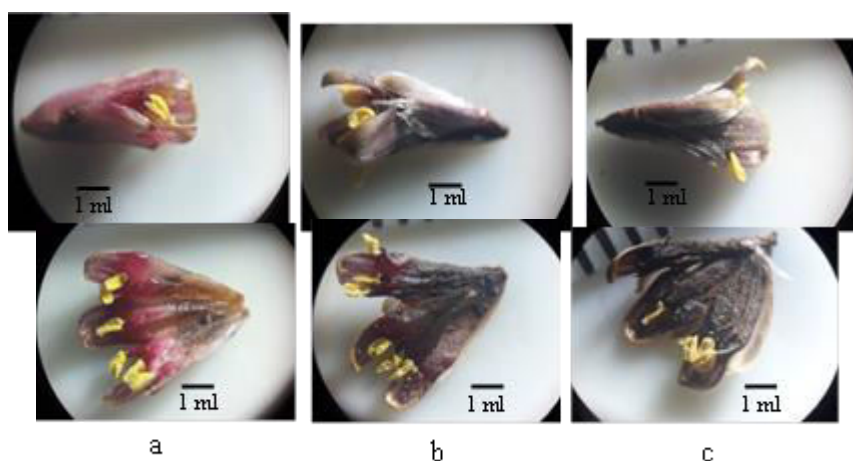
Tongkol berwarna coklat kemerahan, pada fase ini bunga majemuk terlihat dengan jelas, karena daun pelindung membuka lebih lebar, panjang bunga 7 ml dan panjang benang sari 4 ml. Kelopak pada fase ini terlihat sangat jelas berbeda dengan pada fase sebelumnya kelopak tidak terlihat jelas karena masih menempel pada mahkota bunga. Pada fase ini dijumpai banyak serangga pada tongkol yang berwarna coklat kemerahan, dengan adanya serangga ini dapat digunakan sebagai tanda bahwa bunga akan memasuki fase anthesis atau mekar, dikarenakan serbuk sari di dalam bunga sepenuhnya sudah pecah (Gambar 8.c). Menurut Mulyawati (2015) kematangan tepung sari tercapai beberapa hari sebelum

terjadinya anthesis, Pada bunga salak jantan ± 2 hari sebelum anthesis pollen yang ada pada anter sudah mulai pecah.



Gambar 9. Penampilan Bunga pada Fase Bunga Mekar (anthesis) a. Satu floret bunga salak jantan dilihat dari atas, (1) mahkota, (2) benang sari. b. Satu floret bunga salak jantan, (1) mahkota, (2) kelopak. c. Satu floret bunga salak jantan yang dibuka, (1) mahkota. d. Benang sari, (4) anter, (5) filament. (Sumber : Koleksi Pribadi)

Fase anthesis merupakan fase bunga mekar yang sempurna. Fase ini ditandai dengan membukanya mahkota secara penuh dan berwarna merah (Gambar 9.a). Pada bunga salak jantan umumnya bunga mekar tidak secara serentak, bunga yang akan mekar pada tongkol yang dibagian bawah terlebih dahulu. Utomo (2008) mengatakan bahwa perbedaan waktu mekar bunga dalam satu malai diduga disebabkan perbedaan fase perkembangan, kuncup yang terbentuk lebih dahulu akan mekar lebih dahulu. Cuaca akan mempengaruhi saat anthesis bunga, dimana jika curah hujan tinggi bunga mekar lebih lambat, sedangkan jika cuaca cerah bunga cepat mekar (Sriwahyuni, 1999).



Gambar 10. Perbedaan Penampilan Satu Floret Bunga a. Fase setelah mekar 1 hari, b. Fase setelah mekar 2 hari, c. Fase setelah mekar 3 hari (Sumber : Koleksi Pribadi)

Fase anthesis memiliki jangka waktu ± 3 hari kemudian bunga berwarna coklat. Sebelum bunga jantan rontok, bunga jantan akan mengalami perubahan pada struktur bunganya yaitu

pada hari pertama setelah mekar bunga masih terlihat segar meskipun dibagian pangkal bunga mulai berwarna coklat, warna mahkota masih terlihat berwarna merah begitu juga warna benang sari berwarna kuning dibagian anter dan filament berwarna merah. Sementara itu pollen pada fase ini masih ada di bagian anter meskipun tidak penuh seperti pada fase bunga mekar.

Setelah hari kedua bunga mekar mengalami perubahan warna pada struktur organ bunga, mahkota bunga berwarna merah kehitaman, filament (tangkai sari) mengalami perubahan warna merah menjadi merah kehitaman, meskipun anter masih berwarna kuning tetapi pollen sudah mulai rontok, dan anter terlihat kering. Meskipun bunga sudah mulai layu para petani salak terkadang masih menggunakan bunga jantan untuk penyerbukan pada bunga betina. Setelah hari ketiga bunga jantan mekar, mahkota bunga berwarna hitam, dan filament (tangkai sari) juga berwarna hitam, meskipun begitu anter masih berwarna kuning, dan terlihat kering. Pollen pada anter sudah rontok.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengamatan dapat disimpulkan bahwa, fenologi bunga salak jantan dapat dikelompokkan menjadi 4 fase, yaitu fase kuncup kecil, kuncup besar, seludang membuka, dan bunga anthesis atau mekar. Kuncup kecil sampai bunga mekar membutuhkan jangka waktu $\pm 69 - 210$ hari.

Pada fase seludang membuka dikelompokkan lagi menjadi 6 tahapan yaitu, tongkol berwarna krem, tongkol berwarna krem kehijauan, tongkol berwarna hijau kecoklatan, tongkol berwarna coklat, tongkol berwarna coklat kemerahan, dan bunga mekar sampai layu. Bunga jantan membutuhkan jangka waktu $\pm 18 - 39$ hari dimulai dari seludang membuka. Bunga jantan memiliki fase anthesis dengan jangka waktu ± 3 hari, pada hari ke 3 bunga sudah berwarna coklat kehitaman.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai fenologi bunga jantan dengan adanya faktor lingkungan dan genetik yang membuat fase seludang membuka berbeda. Perlu dilakukan penelitian uji viabilitas polen berdasarkan fase pembungaan salak jantan dengan ciri tongkol berwarna coklat kemerahan, bunga mekar, bunga mekar setelah 1 hari, 2 hari, dan 3 hari, untuk mengetahui viabilitas yang tertinggi.

DAFTAR RUJUKAN

- Damainyani, Janis dan Destario Metusala.2011. Fenologi Perkembangan Bunga *Cantella asiatica* dan Studi Waktu Kematangan Pollen Pada Berbagai Stadia. *Berk. Panel, Hayati Edisi Khusus: 7A (75-78)*
- Fatima, Aliya .S.R. 1999. Fenologi dan indeks kemasakan buah dan biji salak pondoh (*Salacca zalacca* (Gaertner) Voss. Var. *zalacca*). (Skripsi).Bogor: Fakultas Pertanian Bogor
- Fitriani. 2013. *Fenologi Pembungaan Pinang Yaki (Areca vestiaria Giseke) Di Kebun Raya Bogor*.(Skripsi). Bogor: FMIPA Institut Pertanian Bogor
- Hasanuddin. Tanpa tahun. *Penentuan Viabilitas Polen Dan Reseptif Stigma Pada Melon (Cucumis meli L.) Serta Hubungannya Dengan Penyerbukan Dan Produksi Buah*. Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Banda Aceh: hal 22 – 28
- Kominfo . 2015. Salak Segaran Tawarkan Rasa Beda. https://kedirikab.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=2341:salak-

[segaran-tawarkan-rasa-beda&catid=24:pertanian-peternakan-a-perikanan&Itemid=915](#)
(online).

- Mulyawati, 2005. Study Fenologi Pembungaan *Santalum album Linn* di Wanagama I, Yogyakarta. *Agrosains*. 18(4).
- N. Agung, Kristyanto. 2010. *Pengaruh Bentuk, Tempat dan Lama Simpan Serbuk Sari Terhadap Viabilitas Serbuk Sari Serta Fruitset Buah Salak (Salacca zalacca (Gaertner) Voss.) Lokal Banjarnegara*.(Skripsi). Surakarta: Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Pandin S Donata dan Elsje T, tenda. 2010. Viabilitas Polen Aren Pada Media Buatan. Manado: *Buletin palma* No.39
- Parjanto, Sukarti .M, Wayan T.A., Azis P. 2006. Identifikasi Penanda RAPD untuk Penentuan Jenis Kelamin Salak (*Salacca zalacca*, GART. Voss). *Berkala ilmiah Biologi*. 5(1): 57-63
- Sriwahyuni, Endah. 1999. *Hubungan Antara lama Simpan Serbuk Sari Dengan Produksi Buah Dan Viabilitas Benih salak Pondoh (Salacca zalacca (Gaertner) Voss var. zalacca)*. (Skripsi). Bogor: Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Suskendriyati, Herwin., Arta .W, Nur .H, dan Dewi . C. 2000. Studi Morfologi dan Hubungan Kekerabatan Varietas salak Pondoh (*Salacca Zalacca (Gaert.) Voss*) di Dataran tinggi Sleman. *Biodiversitas* vol 1 (2): hal 59-64
- Tabla, V.P. dan C.F. Vargas. 2004. *Phenology and phenotypic natural selection on the flowering time of a deceit-pollinated tropical orchid, Myrmecophila christinae*. *Annals of Botany*, 94(2): 243-250. <http://aob.oxfordjournals.org/cgi/content/full/94/2/243>.
- Utomo, Priyo Bambang. 2008. *Fenologi Pembungaan dan Pematangan Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. (skripsi). Bogor: Fakultas Pertanian Bogor
- Widiastuti, Alfin dan Endah Retno Palupi. 2008. Viabilitas Serbuk Sari dan Pengaruhnya terhadap Keberhasilan Pembentukan Buah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*). *Biodiversitas* vol 9 (1): hal 35-38
- Zaed, Sidqi Ahmad. 2015. Pengaruh Perbedaan Sumber Polen dan Varietas Salak (*Salacca zalacca Gaertner Voss.*) Terhadap Kualitas Buah. *Agrovigor* Vol. 8 (1): hal 51-57

Karakterisasi *Carica pubescens* Lenne & K. Koch di Jawa Timur

Ainun Nikmati Laily¹, Ida Alfiah², Ahmad Nuruddin Khoiri²

¹ Jurusan Tadris Biologi IAIN Tulungagung

² Jurusan Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Email: lailynun@gmail.com

Abstrak

Carica pubescens Lenne & Koch merupakan spesies anggota familia Caricaceae yang beradaptasi pada lingkungan dataran tinggi, curah hujan tinggi, dan suhu rendah. Backer & Bakhuizen van den Brink Jr (1963) dalam bukunya "Flora of Java" halaman 314 belum merekam dan mendeskripsikan *C. pubescens* sebagai salah satu anggota Familia Caricaceae. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakter morfologi *C. pubescens* di Jawa Timur. Penelitian lapangan dilakukan dengan kegiatan eksplorasi untuk menggali data karakter sekaligus persebaran *C. pubescens* di Jawa Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik morfologi *C. pubescens* dapat dijelaskan akan tetapi belum ditemukan karakter pembeda yang signifikan pada spesies yang tumbuh di kawasan yang berbeda di daerah Jawa Timur.

Kata Kunci:

Carica pubescens
Lenne & K. Koch,
karakterisasi, morfologi,
Jawa Timur

PENDAHULUAN

Carica pubescens Lenne & K. Koch merupakan salah satu tanaman khas dataran tinggi. Di Indonesia, tanaman ini biasa dikenal dengan sebutan "karika", dapat dijumpai di kawasan Bromo dan Cangar Jawa Timur, serta Dataran Tinggi Dieng, Jawa Tengah. Genus *Carica* dari Familia Caricaceae memiliki lebih kurang 40 spesies, akan tetapi hanya tujuh spesies yang dapat dikonsumsi (Budiyanti *et al*, 2005). *Carica pubescens* merupakan anggota familia Caricaceae sehingga memiliki kelompok Genus yang sama dengan *Carica papaya* dan memiliki kemiripan yang tinggi secara morfologi. Keberadaan rambut (*pubescens*) pada bagian abaksial dan tangkai daun menjadi penciri utama selain morfologi bunga, buah, dan percabangan pada batang jika dibandingkan dengan morfologi *Carica papaya*. Selain itu, berkebalikan dengan *Carica papaya*, *Carica pubescens* tumbuh subur pada tempat dengan ketinggian 1.400-2400 meter di atas permukaan laut (dpl), temperatur rendah, dan curah hujan tinggi.

Backer & Bakhuizen van den Brink Jr (1963) dalam bukunya "Flora of Java" halaman 314 belum merekam dan mendeskripsikan *C. pubescens* sebagai salah satu anggota Familia Caricaceae. Spesimen *C. pubescens* dari Pulau Jawa rupanya juga belum tersimpan dalam Herbarium Bogoriense, Leiden, maupun Singapura. Tanaman ini memiliki daerah persebaran sempit dan variasi intraspesies terbatas.

Allah SWT telah menciptakan tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam sehingga dapat dipelajari oleh manusia sebagaimana tertulis dalam Al-Qur'an sebagai berikut:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ ۗ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah, dan perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman. (Q.S. Al-An’aam, ayat 99)

Berdasarkan ayat tersebut secara tersurat dijelaskan bahwa tumbuhan mengalami proses pertumbuhan yang salah satunya akan menghasilkan “tanaman yang menghijau” dengan aneka ragam jenis. Dari keragaman tersebut dapat ditemui persamaan dan perbedaan seperti halnya pada tanaman kurma, zaitun, dan delima. Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah memerintahkan untuk memperhatikan buahnya di waktu pohonnya berbuah dan kematangannya. Keragaman hayati yang dimaksud dalam ayat tersebut sebagai salah satu tanda-tanda kekuasaan Allah SWT.

Studi keragaman hayati dewasa ini banyak mendapatkan perhatian baik di tingkat nasional maupun internasional. Kajian keragaman hayati meliputi keragaman inter maupun intrajenis serta keragaman inter maupun intrapopulasi. Informasi hubungan genetik antara individu di dalam dan di antara spesies mempunyai kegunaan penting bagi perbaikan tanaman karika agar dapat ditranplantasikan di daerah lain sehingga memperluas daerah persebaran tanaman. Karakterisasi merupakan salah satu tahapan kegiatan yang perlu dilakukan secara bertahap dan sistematis agar dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan untuk menghasilkan jenis-jenis unggulan baik dalam lingkungan ekstrim maupun dalam hal ketahanan terhadap hama dan penyakit (Almatsier, 2004).

Terjadinya variasi pada *C. pubescens* dipercayai dipengaruhi oleh adanya faktor lingkungan dan faktor genetik. Sitompul dan Guritno (1995) mengatakan bahwa penampilan bentuk tanaman dikendalikan oleh sifat genetik tanaman di bawah pengaruh faktor-faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang diyakini dapat mempengaruhi terjadinya perubahan morfologi tanaman antara lain iklim, suhu, jenis tanah, kondisi tanah, ketinggian tempat, dan kelembaban. Apabila faktor lingkungan lebih kuat memberikan pengaruh daripada faktor genetik maka tanaman di tempat yang berlainan dengan kondisi lingkungan yang berbeda akan memiliki morfologi yang bervariasi (Suranto, 2001). Tetapi apabila pengaruh faktor lingkungan lebih lemah daripada faktor genetik maka walaupun tanaman ditanam di tempat yang berlainan tidak akan terdapat variasi morfologi.

Studi mengenai *C. pubescens* sebagai tanaman obat dan potensinya untuk kesehatan mulai banyak dikembangkan, berikut penelitian-penelitian yang dimaksud. Karakterisasi berdasarkan morfologi, kapasitas antioksidan, dan analisis pola pita protein terhadap *C. pubescens* di Dataran Tinggi Dieng oleh Laily (2012). Selanjutnya aktivitas antibakteri ekstrak daun *C. pubescens* dari dataran tinggi Dieng terhadap bakteri penyebab penyakit diare yang diteliti Novalina, dkk (2013) menunjukkan bahwa fraksi etil asetat dan n-heksan ekstrak daun secara signifikan memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Shigella flexneri* dan *Bacillus cereus*. Analisis kandungan karbohidrat yang dilakukan Fitrieningrum, dkk (2013) menghasilkan adanya kecenderungan semakin matang buah *C. pubescens* semakin meningkat kandungan karbohidrat totalnya, namun kandungan serat kasar semakin menurun. Tanaman *C. pubescens* memproduksi vitamin C yang merupakan senyawa bersifat asam dan bermanfaat

sebagai sumber antioksidan (Fatchurrozak, 2013). Pemberian ekstrak biji *C. pubescens* juga menyebabkan kematian pada larva nyamuk *A. aegypti* pada waktu pemaparan 24 dan 48 jam (Supono, dkk, 2014). Hasil penelitian Indranila, dkk (2015) tentang uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun dengan metode DPPH menunjukkan aktivitas antioksidan dengan nilai IC₅₀ sebesar 30,8 ppm. Buah *C. pubescens* positif mengandung flavanoid, polifenol, tanin, dan triterpenoid (Minarno, 2015). Dijelaskan pula bahwa senyawa aktif cystein protease dan papain pada tanaman *C. pubescens* memiliki kemampuan sebagai senyawa antidiabetes (Laily, 2015). Saponin Content Analysis on Leaves and Petioles of *Carica pubescens* Lenne & K. Koch juga telah dilakukan oleh Minarno, dkk pada tahun 2017.

Ciri morfologi dapat digunakan untuk karakterisasi pola diversitas genetik (Rahayu *et al*, 2006). Masalah yang dihadapi saat ini adalah belum adanya informasi mengenai karakterisasi *C. pubescens* ditinjau dari ciri morfologi baik ciri vegetatif maupun generatif di berbagai wilayah di Indonesia. Karakterisasi *C. pubescens* berdasarkan ciri morfologi di Jawa Timur belum pernah diterapkan sebelumnya sehingga penelitian ini perlu untuk dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakter morfologi organ vegetatif dan generatif *Carica pubescens* Lenne & K. Koch di Jawa Timur. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakter morfologi *C. pubescens* di Jawa Timur sehingga dapat dijadikan sebagai dasar studi taksonomi intraspesies, konservasi, dan pembudidayaan bahan baku obat alami.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan objek *C. pubescens* Lenne & K. Koch yang tidak diberi perlakuan apapun tetapi dilakukan pendataan secara kualitatif sehingga data penelitian disajikan secara deskriptif. Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Desember 2016. Kegiatan eksplorasi *C. pubescens* dilakukan berdasarkan data kondisi lingkungan di Jawa Timur yang menyerupai dengan tempat tumbuhnya *C. pubescens* di Dataran Tinggi Dieng, Jawa Tengah. Tempat-tempat tersebut pada penelitian ini diantaranya kawasan Cangar (Kabupaten Batu), Bromo (Dusun Nongkojajar, Desa Wonosari, Kecamatan Tukur, Kabupaten Pasuruan), Ngebel (Kabupaten Ponorogo), dan beberapa daerah lain di Jawa Timur. Namun demikian, karakterisasi dilakukan di 2 lokasi yakni Cangar (Kabupaten Batu) dan Bromo (Desa Mojorejo, Kecamatan Tosari, Kabupaten Pasuruan), adapun di daerah lain sejauh kegiatan eksplorasi ini tidak ditemukan. Analisis secara kualitatif dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

1. Alat

Alat-alat yang diperlukan untuk pengambilan sampel di lapangan serta analisis di laboratorium adalah: kamera, penggaris, oven, dan pisau.

2. Bahan

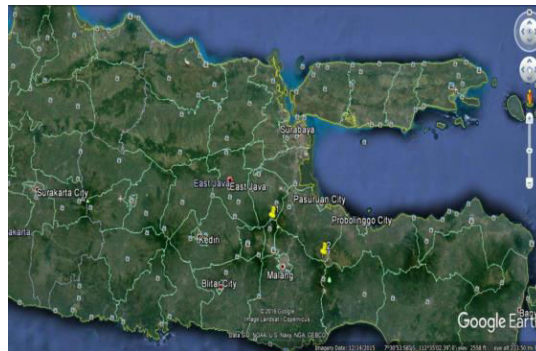
Bahan-bahan yang diperlukan antara lain *C. pubescens*, alkohol 70%, plastik, dan sasak, benang kasur, kertas plak, kertas sampul herbarium, kertas kalkir, pensil lukis, penghapus, *silica gel*, rafia, *ice box* dari bahan *styrofoam*, dan plastik.

3. Cara Kerja

Kegiatan penelitian dilakukan dengan menentukan beberapa titik lokasi eksplorasi di Jawa Timur yang memiliki ketinggian di atas 1400 meter dpl. Adapun dua lokasi yang telah diketahui sebagai tempat persebaran *C. pubescens* adalah Kabupaten Batu dan Pasuruan. Pengumpulan contoh bahan dilakukan dalam bentuk segar dengan menyeleksi dari individu yang sehat dan lengkap seperti daun, bunga, buah, dan biji. Selain spesimen untuk herbarium, dikumpulkan juga biji yang kemudian ditanam untuk diamati pertumbuhannya. Pengamatan morfologi dilakukan baik di lapangan maupun di laboratorium untuk mengumpulkan data berupa habitus, batang, daun, ciri vegetatif maupun generatif lainnya. Karakterisasi tanaman berdasarkan Departemen Pertanian RI (2006) dan Dasuki (1991) yang telah dimodifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil eksplorasi di beberapa tempat di Jawa Timur melaporkan bahwa *C. pubescens* Lenne & K. Koch dapat dijumpai di dua tempat yakni kawasan Taman Hutan Rakyat R. Soeryo, Cangar (Batu) pada ketinggian 620 meter dpl (di atas permukaan laut) dan Bromo (Desa Mojorejo, Kecamatan Tosari, Kabupaten Pasuruan) pada ketinggian 2019 meter dpl (**Gambar 1**).



Gambar 1. Peta Jawa Timur (gambar bertanda menunjukkan lokasi dijumpai *C. pubescens* Lenne & K. Koch, di Batu dan Pasuruan). Sumber: Google Earth



Gambar 2. Peta titik pengamatan *C. pubescens* Lenne & K. Koch : (a) di kawasan Taman Hutan Rakyat R. Soeryo, Cangar, Batu; (b) di kawasan Bromo, Desa Mororejo, Kec. Tosari, Kab. Pasuruan. Sumber: Google Earth

Di Cangar, Batu, beberapa titik tempat tumbuhnya *C. pubescens* dapat dikatakan berdekatan. Di lokasi ini, *C. pubescens* tumbuh tanpa dibudidayakan. Di Kawasan Bromo Kecamatan Tosari, Pasuruan *C. pubescens* Lenne & K. Koch di amati pada 2 titik. Berikut peta pengamatan terhadap tanaman tersebut di Kawasan Taman Hutan Rakyat R. Soeryo, Cangar, Batu dan di kawasan Bromo, Desa Mororejo, Kec. Tosari, Kab. Pasuruan (**Gambar 2.**)

Di Kawasan Taman Hutan Rakyat R. Soeryo, Cangar, Batu dan di kawasan Bromo Desa Mororejo Kec. Tosari Kab. Pasuruan, *C. pubescens* Lenne & K. Koch di amati pada 7 pohon dengan koordinat seperti ditunjukkan oleh **Tabel 1.**

Tabel 1. Titik koordinat pengamatan *C. pubescens* Lenne & K. Koch di kawasan Taman Hutan Rakyat R. Soeryo, Cangar, Batu dan di Kawasan Bromo, Desa Mororejo, Kec. Tosari, Kab. Pasuruan

Kawasan	Kode	Koordinat	
		Latitude	Longitudinal
Taman Hutan Rakyat R. Soeryo, Cangar, Batu	1	7°44'30.36"S	112°31'57.62"E
	2	7°44'29.41"S	112°32'2.83"E
	3	7°44'28.66"S	112°32'1.41"E
	4	7°44'22.78"S	112°32'8.90"E
	5	7°44'22.20"S	112°32'10.12"E
	6	7°44'21.93"S	112°32'11.15"E
	7	7°44'24.09"S	112°32'0.16"E
Bromo, Desa Mororejo, Kec. Tosari, Kab. Pasuruan	1	7°54'56.37"S	112°53'17.74"E
	2	7°54'1.73"S	112°53'49.80"E

Baik di Kawasan Cangar maupun di Kawasan Bromo, *C. pubescens* tumbuh secara liar tanpa pembudidayaan. Dari kegiatan eksplorasi terlihat persebaran tumbuhan ini tidak teratur. *C. pubescens* tumbuh di antara lahan pertanian dan rumah penduduk. *C. pubescens* juga tumbuh di tepi jalan menuju tempat rekreasi pemandian air panas Taman Hutan Rakyat R. Soeryo dan di tempat yang tidak mudah dijangkau seperti di kawasan Kec. Tosari, Kab. Pasuruan. Di kawasan pemandian air panas Taman Hutan Rakyat R. Soeryo, tepatnya di kebun penelitian milik Universitas Brawijaya dapat dijumpai *C. pubescens* bergerombol maupun soliter, terdapat di sisi kanan dan kiri jalan kebun penelitian. Sementara itu, di area pemandian air panas Taman Hutan Rakyat R. Soeryo, terdapat 4 pohon yang tersebar tidak beraturan, menandakan tanaman ini besar kemungkinan tidak dibudidayakan. *C. pubescens* tumbuh di pekarangan area pemandian air panas, tinggi kurang lebih 2,5 meter tanpa cabang. *C. pubescens* berhabitus pohon dengan tiga cabang utama, posisi merebah dan tumbuh tidak lurus di sekitar kamar mandi pemandian air panas, Cangar, Batu. Berikut sampel daun dan buah *C. pubescens* yang diambil dari kawasan Cangar, Batu, terlihat pada **Gambar 3.**



Gambar 3. Sampel daun dan buah *C. pubescens*

Ditinjau dari penamaan, *C. pubescens* dapat dibedakan dari spesies yang lain pada Genus *Carica* atas dasar spesies epitheton “pubescens”. Kata “pubescens” berarti rambut-rambut halus. Pada pengamatan morfologi *C. pubescens* dijumpai rambut-rambut halus di beberapa organ tubuh tumbuhan, diantaranya tampak jelas pada permukaan luar daun, yaitu pada permukaan luar daun bagian bawah (abaksial) dan tangkai daun, serta pada permukaan luar bunga, baik bunga jantan (*masculus*) maupun bunga betina (*femineus*). Maka, keberadaan bulu menjadi karakteristik *C. pubescens* dibanding anggota Genus *Carica* lainnya yaitu *C. papaya*. Gambar rambut-rambut halus pada daun terlihat seperti pada **Gambar 4**.



Gambar 4. “Pubescens” atau rambut-rambut halus pada *C. pubescens* : (a) di permukaan daun (abaksial) dan tangkai daun *C. pubescens* bagian bawah; (b) di permukaan bunga

“Pubescens” atau rambut-rambut halus pada *C. pubescens* berwarna putih halus dengan panjang ± 1 mm. Pada bunga, bulu menyelimuti permukaan kuncup bunga jantan maupun betina secara menyeluruh. Bagian tangkai daun *C. pubescens* juga ditumbuhi dengan rambut-rambut halus. *C. pubescens* merupakan tanaman bergetah, getah yang dikeluarkan berwarna putih dan tidak kental serta memberikan rasa gatal apabila mengenai kulit.

a. Batang (*Caulis*)

C. pubescens memiliki batang basah dan berwarna hijau kecoklatan tertutup oleh lapisan berwarna putih rata. Pada bagian pucuk atau pada batang yang lebih muda berwarna hijau segar, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 5**.

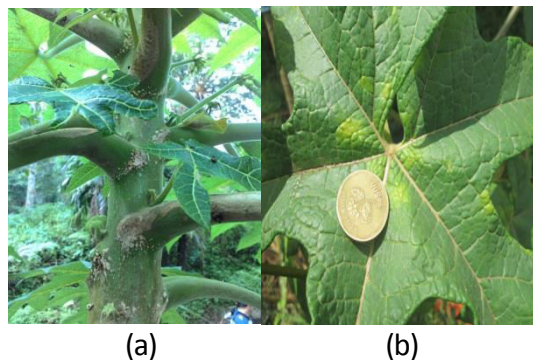


Gambar 5. Batang *C. Pubescens* : (a) batang muda; (b) batang dengan bekas tangkai daun; (c) batang dengan anak batang tumbuh kecil di bagian bawah; (d) batang *C. pubescens* beradaptasi terhadap kekeringan; (e) batang bercabang dua

Pada kulit batang terdapat tanda bekas pangkal tangkai daun yang telah lepas, semakin ke arah tanah berbentuk semakin memipih. Penampang melintang potongan batang berbentuk bulat silindris. Pada beberapa *C. pubescens* yang tumbuh di kawasan Cangar mengalami adaptasi di tempat kering dengan bentuk bagian luar batang yang mengkilap seolah-olah mengelupas. Percabangan muncul setelah batang utama dipangkas, dengan demikian jumlah batang tergantung pada pemangkasan oleh manusia.

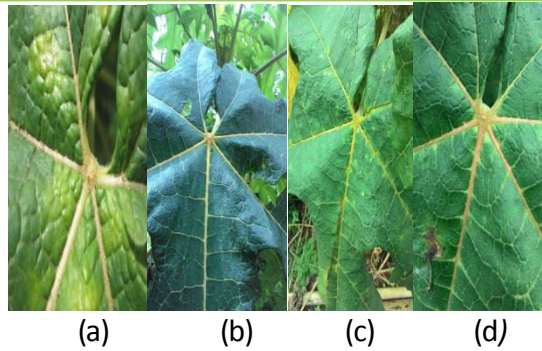
b. Daun (*Folium*)

Daun *C. pubescens* berkumpul pada ujung batang dan ujung cabang. Jumlah daun pada batang ± 60 helai daun untuk tiap pohon berketinggian 1-2 meter. Daun *C. pubescens* berupa daun tunggal dengan helaian daun bercuping dalam dan tangkai daun. Cuping-cuping daun berlekuk tidak beraturan. Helaian daun *C. pubescens* tampak tebal, berbentuk dasar ovoid yang melebar. Ujung helaian daun meruncing berbentuk jantung pada pangkal. Garis tengah daun berkisar 20-50 cm.



Gambar 6. Duduk daun *C. pubescens* dan helaian daun *C. pubescens*.

Helaian daun beserta tulang daun *C. pubescens* memiliki warna dasar hijau. Warna pada helaian daun dewasa adalah hijau kekuningan sampai dengan hijau tua. Warna urat daun dewasa adalah putih kehijauan, putih kekuningan, dan putih kemerahan (merah muda).



Gambar 7. Warna yang beragam pada helaian daun dan urat daun *C. pubescens* (gambar a sampai dengan d menunjukkan urat daun berwarna kekuningan sampai dengan kemerahan dengan kenampakan permukaan helaian daun yang beragam)

Tulang daun berjumlah lima, menjari. Pada helaian daun, tulang daun nampak menonjol pada permukaan abaksial, urat-urat daun nampak jelas dan tebal. Tangkai daun berwarna serupa tulang, dengan ukuran panjang 25-65 cm. Penampang melintang tangkai daun berbentuk bulat silindris, dan berongga.

c. Bunga (Flos)

Bunga pada *C. pubescens* dijumpai dalam dua jenis, yakni jenis bunga berantai dan bunga tidak berantai. Bunga berantai memiliki panjang tangkai mencapai 10 cm, berbunga dalam jumlah relatif lebih kecil, dan seluruh bunga pada jenis ini akan berkembang menjadi buah. Bunga tidak berantai memiliki panjang tangkai $\pm 1,75$ cm, berbunga dalam jumlah relatif lebih besar, dan tidak seluruh bunga pada jenis ini berkembang menjadi buah. Bunga selalu dijumpai berkelamin satu dan berumah dua.

1) Bunga jantan (*Masculus*)

Bunga jantan (*masculus*) berkumpul dalam tandan serupa malai, berada di ujung batang maupun cabang. Kelopak bunga jantan berukuran kecil, mahkota berbentuk terompet berwarna putih kehijauan muda dan dengan tabung yang panjang langsing ± 2 cm. Tajuk lurus dalam kuncup. Kepala sari bertangkai panjang. Tepi mahkota berwarna hijau terang dan bertaju 5 dengan stamen di tengah berwarna putih kekuningan. Daun mahkota lepas atau hampir lepas bertaju 5, berwarna hijau muda kekuningan, bakal buah beruang 1, kepala putik 5, kelopak kecil. Tepi mahkota berwarna hijau terang dan bertaju 5 dengan stamen di tengah berwarna putih kekuningan. Kelopak bunga jantan berukuran kecil, mahkota berbentuk terompet berwarna putih kehijauan muda dan dengan tabung yang panjang langsing ± 2 cm. Tajuk lurus dalam kuncup. Kepala sari bertangkai panjang.

2) Bunga betina (*Feminimus*)

Bunga betina tersebar di ujung batang maupun cabang, berwarna kuning kehijauan terang dengan ovarium berwarna hijau. Tangkai bunga bercabang, bunga berbentuk lonceng menggembung dan duduk bunga terlihat jelas. Daun mahkota lepas atau hampir lepas bertaju 5, berwarna hijau muda kekuningan, bakal buah beruang 1, kepala putik 5, kelopak kecil. Tepi mahkota berwarna hijau terang dan bertaju 5 dengan stamen di tengah berwarna putih kekuningan.

3) Bunga banci

C. pubescens memiliki jenis bunga banci, sebagaimana karakter familia Caricaceae yang lain.



Gambar 8. Bunga *C. pubescens* : (a) Bunga jantan berkumpul dalam tandan terlihat bagian perhiasan bunga dan kepala sari; (b) Bunga betina; (c) Bunga banci

c. Buah (*Fructus*)

C. pubescens Lenne & K. Koch termasuk dalam golongan buah sungguh (buah sejati) tunggal. Buah sejati tunggal adalah buah sejati yang terdiri dari bunga dengan satu bakal buah. Buah karika terjadi dari 5 daun buah dengan satu ruang dan banyak biji. Karika termasuk buah buni (*bacca*). Buah buni adalah buah yang dagingnya mempunyai dua lapisan, ialah lapisan luar yang tipis agak menjangat atau kaku seperti kulit (belulang) dan lapisan dalam yang tebal, lunak dan berair, sering kali dapat dimakan. Biji-biji terdapat bebas dalam bagian yang lunak tersebut. Buah yang belum matang memiliki kulit yang berwarna hijau gelap dan akan berubah menjadi kuning setelah matang. Buah mengandung getah, getah tersebut semakin berkurang dengan semakin mendekati kematangan. Buah muda berwarna hijau dan bertangkai, sebagaimana terdapat pada gambar berikut.



Gambar 9. Buah *C. pubescens* muda

Buah matang berbentuk telur sungsang dengan ukuran 6-10 cm x 3-8 cm. Buah *C. pubescens* berdaging lunak, bersudut lima, berwarna kuning-jingga, berasa asam dan harum, di dalam rongga buah terdapat biji-biji. Buah *C. pubescens* dilihat dari atas, diperlihatkan tanda bekas tangkai buah. Pada waktu dibelah, *C. pubescens* mengeluarkan aroma spesifik yang kuat. Pada buah yang matang, biji bersalut memiliki kandungan air yang tinggi. Buah *C. pubescens* dalam hal ini termasuk buah dengan bentuk dominan rongga tengah 'star' atau serupa bintang (segilima) dan bentuk buah pada ujung tangkai melingkar atau 'rounded' jika

disesuaikan dengan pengelompokan oleh Pusat Perlindungan Varietas Tanaman Departemen Pertanian Republik Indonesia (2006) terhadap buah *Carica papaya* L.

d. Biji

Biji *C. pubescens* terdapat dalam jumlah yang banyak dan terkandung di dalam daging buah. Biji dibungkus dengan sarkotesta, yaitu selaput berwarna putih yang berisi cairan dengan aroma yang khas. Biji yang telah dikeringkan dan dibersihkan dari selaput pembungkusnya memiliki warna kulit luar kecoklatan, berukuran rata-rata 0,7 cm. Permukaan luar kulit biji penuh dengan ukiran bulat berhimpitan. Kulit pembungkus biji *C. pubescens* mudah dipecah untuk mendapatkan embrio beserta endosperma di dalamnya yang berbentuk oval dan halus.

Berdasarkan data lapangan, tanaman *C. pubescens* yang tumbuh di berbagai habitat dengan berbagai ketinggian di Jawa Timur menampilkan ciri-ciri morfologi yang kurang bervariasi. Berikut ini tabel ciri morfologi *C. pubescens* pada kawasan Cangar, Batu.

Tabel 2. Karakteristik *Carica pubescens* di Cangar, Batu

No	Karakter Pembeda	Lokasi		
		1	2	3
1	Habitus			
	Perdu	✓	✓	✓
2	Akar			
	Tunggang	✓	✓	✓
3	Bentuk tajuk			
	Bulat	✓	✓	✓
4	Batang			
	Silindris	✓	✓	✓
5	Warna batang			Coklat muda
6	Diameter batang			13 cm
7	Perkembangan batang pokok			
	Monopodial	✓	✓	✓
8	Arah tumbuh batang			
	Tegak lurus (<i>erectus</i>)	✓	✓	✓
9	Pembagian Meristem Cabang			
	Monopodial	✓	✓	✓
10	Komposisi daun			
	Daun tunggal	✓	✓	✓
11	Susunan daun			
	Tersebar / <i>spiral</i>	✓	✓	✓
12	Kuncup daun			
	Kuncup telanjang	✓	✓	
13	Tangkai daun			
	Panjang (>25 cm)	✓	✓	✓
14	Kedudukan tangkai daun			
	Tidak memerisai	✓	✓	✓
15	Tekstur daun			
	Seperti kertas	✓	✓	✓
	(<i>papyraceus/chartaceu</i>)			
16	Permukaan daun			
	<i>Pubescent – covered with short, soft hair</i>	✓	✓	✓
17	Bentuk ujung daun			

18	Apiculate (lancip)	✓	✓	✓
	Bentuk pangkal daun			
	a. Sagitate	✓	✓	✓
	b. Lobate	✓		
19	Bentuk tepi daun			
	Bercangap (fissus)	✓	✓	✓
20	Warna daun			
	a. Abaxial	Hijau tua	Hijau tua	Hijau tua
	b. Adaxial	Hijau muda	Hijau muda	Hijau muda (keputihan)
21	Ukuran daun			
	a. Panjang	40 cm	46 cm	35 cm
	b. Lebar	45 cm	53 cm	42 cm
22	Bentuk pertulangan daun			
	Menjari	✓	✓	✓
23	Sistem Pertulangan daun			
	Sekunder jarang	✓	✓	✓
24	Pertulangan utama			
	a. Menonjol	✓(bawah)	✓	✓
	b. Tidak menonjol tapi tampak	✓(atas)		
25	Jumlah tulang daun sekunder	14	12	8
26	Ketebalan daging daun			
	Tipis	✓	✓	✓
27	Letak bunga			
	Axillary	✓	✓	✓
28	Jumlah bunga			
	Berbunga banyak (majemuk)	✓	✓	✓
29	Warna kelopak bunga			
	Jantan			Hijau
	Betina		Putih kekuningan	
30	Panjang tangkai bunga			7 cm
31	Warna kelopak bunga			hijau
32	Bentuk mahkota bunga			bintang
33	Warna buah		Hijau (mentah)	
34	Permukaan buah		Halus	
35	Biji		Tertutup	

Keterangan Lokasi: 1. Depan Warung 2. Pinggir Jalan Cangar 3. Kebun UB

1. Depan Warung Cangar
Daun kecil, tidak rindang, pohon tinggi
2. Pinggir Jalan Cangar
Daun tebal, warna batang cerah, rambut sedikit
3. Kebun UB
Pohon rendah, diameter batang besar, daun lebat, daun lebar, tulang daun berwarna merah

Tanaman *C. pubescens* pada beberapa titik pengamatan diameter batang tidak berbeda nyata pada beberapa ketinggian, dengan bentuk penampang melintang yang sama, yaitu bulat. Perbedaan batang terletak pada permukaan batang berwarna putih mengkilap dan dalam jumlah yang kecil mengelupas dimiliki oleh batang *C. pubescens*. Soetrisno (1998) berpendapat bahwa temperatur tanah menurun dengan meningkatnya ketinggian. Atmosfer kurang rapat pada elevasi-elevasi yang lebih tinggi karena itu kurang dapat mengabsorpsi dan memegang panas. Dengan demikian, distimulir warna mengkilap dan pengelupasan tersebut adalah bentuk adaptasi *C. pubescens* pada daerah berketinggian lebih rendah karena lebih banyak mengabsorpsi dan memegang panas dari lingkungan.

C. pubescens yang tumbuh di kawasan Cangar, Batu dan Bromo, Pasuruan merupakan tanaman yang tidak dibudidayakan. Maka dalam hal ini terdapat perubahan artifisial yang ditimbulkan oleh manusia sebagaimana pendapat Polunin (1990), yakni terdapat tipe perubahan yang dibuat oleh manusia pada bentuk tumbuhan budidaya, diantaranya adalah perubahan struktural. Perubahan struktural, walaupun umumnya dapat diwariskan, namun demikian sering merupakan hasil pengaruh lingkungan selama kehidupan tumbuhan.

Polunin (1990) menyatakan bahwa faktor-faktor ekologi atau faktor-faktor lingkungan itu banyak dan beragam, seringkali bercampur secara rumit dan bergantung. Baik berpisah-pisah maupun dalam kombinasi, berbagai faktor ekologi dapat berpengaruh terhadap ketidakhadiran atau kehadiran, kesuburan atau kelemahan, dan keberhasilan atau kegagalan relatif berbagai komunitas tumbuhan melalui takson-takson penyusunnya. Dalam hal ini, morfologi daun *C. pubescens* pada dua kawasan menampilkan adanya variasi. Warna semakin pekat dan nampak tebal dijumpai pada tanaman yang tumbuh pada dataran yang semakin tinggi. Pada tempat yang semakin tinggi, semakin hijau dan semakin besarnya ukuran daun menjadikan jumlah klorofil dan luas penampang permukaan daun menjadi besar, sehingga pohon tersebut mampu memanfaatkan intensitas sinar matahari yang tidak terlalu tinggi untuk kegiatan fotosintesis secara optimal. Temperatur yang rendah dan kelembaban yang tinggi, menyebabkan proses transpirasi (penguapan) terhambat, sedangkan di sisi lain jumlah air yang terserap oleh akar dan digunakan untuk proses metabolisme besar. Dengan penampang daun yang luas tersebut membantu percepatan proses penguapan, sehingga dapat berlangsung dengan baik. Tanaman yang mempunyai daun lebih luas pada awal pertumbuhan akan lebih cepat tumbuh karena kemampuan menghasilkan fotosintat yang lebih tinggi dari tanaman dengan luas daun lebih rendah (Sitompul dan Guritno, 1995).

Muhdi (2004) menyatakan bahwa kondisi lain pada daerah yang memiliki elevasi tinggi adalah jumlah konsentrasi CO₂ yang relatif lebih kecil bila dibandingkan pada daerah yang lebih rendah. CO₂ merupakan bahan baku dalam proses fotosintesis untuk diubah menjadi karbohidrat. Dengan jumlah klorofil yang besar, maka dapat dimungkinkan jumlah CO₂ yang tertangkap lebih besar, sehingga hasil fotosintesis menjadi besar pula. Maka, dari ciri morfologi daun ditunjukkan pula bahwa tanaman karika merupakan tanaman yang mampu beradaptasi dengan baik pada lingkungan dataran tinggi, dan sebaliknya kurang mampu beradaptasi dengan lingkungan dataran rendah. Ciri morfologi pada bunga sebagai organ perkembangbiakan generatif tanaman tidak nampak adanya variasi. Bunga pada berbagai ketinggian secara seragam memiliki jenis bunga jantan, betina, dan banci. Bentuk dasar bunga bulat, bentuk lekuk tepi kelopak berulir, posisi bakal buah terhadap dasar bunga duduk tepat pada dasar bunga, jumlah benang sari, jumlah mahkota 5, dan jumlah ruang pada bakal buah adalah 5 buah.

Pengaruh lingkungan pada pertumbuhan tanaman diantaranya adalah respons untuk beradaptasi, yang dikendalikan oleh tanaman (Fitter dan Hay, 1991). Hal ini dapat dilihat dari penampilan buah *C. pubescens* pada berbagai ketinggian tempat yang bervariasi dalam hal diameter buah, panjang buah, dan panjang tangkai buah. Hal ini menunjukkan bahwa *C. pubescens* kurang mampu beradaptasi dengan habitat yang memiliki elevasi rendah. Terjadinya kerusakan pada buah yang ditanam pada ketinggian rendah tersebut dapat terjadi karena kelainan fungsi fisiologi tanaman. Hal tersebut mencerminkan berkurangnya resistensi pada bagian-bagian dari tanaman tersebut, sebagaimana diterangkan oleh Fitter dan Hay (1991) bahwa resistensi dapat dihubungkan dengan struktur morfologi.

Menurut Soetrisno (1998), iklim banyak diubah oleh ketinggian tempat. Bagian-bagian yang lebih tinggi dari suatu daerah umumnya lebih banyak kena pasir daripada bagian-bagian yang lebih rendah. Pada elevasi-elevasi yang lebih tinggi radiasi matahari selama cuaca terang adalah lebih terik daripada elevasi-elevasi yang lebih rendah. Angin yang lebih keras meniup pada elevasi-elevasi yang tinggi daripada elevasi-elevasi yang lebih rendah. Selanjutnya efek tidak langsung dari bertambahnya ketinggian terhadap tanaman sebagai individu adalah sebagai berikut.

1. Waktu pengembangan diperpanjang, yaitu tanaman memerlukan waktu lebih lama untuk menjadi dewasa, dan
2. Proporsi cabang-cabang dan ranting-ranting meningkat.

Efek dari bertambahnya elevasi terhadap keseluruhan tegakan, yaitu /jumlah batang per hektar bertambah, namun proporsi dari batang yang mempunyai klas diameter lebih besar menurun, dan

Habitat dalam arti yang luas, berarti tempat di mana organisme berada, serata faktor-faktor lingkungannya McNaughton (1992). Sebagai habitat *C. pubescens*, berbagai tempat dengan ketinggian mencolok di 2 kawasan berbeda di Jawa Timur memberikan tekanan udara dan suhu yang mencolok pula. Hal ini sejalan dengan pendapat Polunin (1990) bahwa suhu pada ketinggian yang berbeda bervariasi dengan menyolok, faktor suhu memiliki arti yang vital karena menentukan kecepatan reaksi-reaksi dan kegiatan-kegiatan kimiawi yang menyangkut kehidupan. Karakter morfologi menunjukkan bahwa faktor-faktor lingkungan pada dataran yang semakin tinggi di kawasan Jawa Timur mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman *C. pubescens*.

SIMPULAN

Diperoleh simpulan bahwa karakteristik morfologi *C. pubescens* di Jawa Timur dapat dijelaskan. Tidak ditemukan karakter pembeda yang signifikan pada spesies yang tumbuh di kawasan yang berbeda di daerah Jawa Timur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Dasuki, Undang Ahmad. 1991. Sistematik Tumbuhan Tinggi. Bandung: Pusat Antar Universitas Bidang ilmu Hayati Institut Teknologi Bandung.
- Fatchurrozak. Suranto. dan Sugiyarto. 2013. Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Kandungan Vitamin C dan Zat Antioksidan pada Buah *Carica Pubescens* di Dataran Tinggi Dieng. *El-Vivo Vol.1, No.1, Hal 24 – 3*.
- Fitriningrum, Rahayu. Sugiyarto. dan Ari Susilowati. 2013. Analisis Kandungan Karbohidrat pada Berbagai Tingkat Kematangan Buah Karika (*Carica Pubescens*) di Kejajar dan Sembungan, dataran tinggi Dieng, Jawa Tengah. *Bioteknologi* 10 (1): 6-14.
- Harbrone. J.B. 1987. *Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern Menaganalisis Tumbuhan*. Terbitan Kedua. ITB : Bandung
- Hawley, Ts. &Hawley, R.G. 2004. *Flow Cytometry Protocols*. Humana Press, Inc

- Hidayat S, 2000. Prospek Papaya Gunung *Carica pubescens* Lenne and Koch dari Sikunang Pegunungan Dieng, Wonosobo. Proceeding Seminar Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional. Bogor
- Hidayat, S. 2001. Prospek Pepaya Gunung (*Carica pubescens*) dari Sikunang, Pegunungan Dieng, Wonosobo. Prosiding Seminar Sehari: Menggali Potensi dan Meningkatkan Prospek Tanaman Hortikultura Menuju Ketahanan Pangan. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI, Bogor.
- Hikino & Kiso. 1998. In Seigler, D.S. 1998. *Plant Secondary Metabolism*. Springer Science & Business Media
- Hochman, Karen. 2007. Tamaya Carica Recipes. <http://www.thenibble.com/reviews/main/fruits/chilean-carica.asp> [15 Januari 2010].
- Indranila dan Maria Ulfah. 2015. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Karika (*Carica pubescens*) dengan Metode Dpph Beserta Identifikasi Senyawa Alkaloid, Fenol dan Flavonoid. *Prosiding Seminar Nasional Peluang Herbal Sebagai Alternatif Medicine. Semarang*
- Laily, A.N., dkk. 2012. Karakterisasi *Carica pubescens* Lenne & K. Koch Berdasarkan Morfologi, Kapasitas Antioksidan, dan Pola Pita Protein di Dataran Tinggi Dieng. *Tesis*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Laily A.N. dan Ahmad Nuruddin Khoiri. 2015. Identifikasi Senyawa Antidiabetes secara *in Silico* pada *Carica pubescens* Lenne & K. Koch
- Minarno, Eko Budi. 2015. Skrining Fitokimia dan Kandungan Total Flavanoid Pada Buah *Carica pubescens* Lenne & K. Koch di Kawasan Bromo, Cangar, dan Dataran Tinggi Dieng. *El-Hayah Vol. 5, No.2*
- Minarno, Eko Budi. 2017. Saponin Content Analysis on Leaves and Petioles of *Carica pubescens* Lenne & K. Koch. Prosiding International Conference Green Technology UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Natural Resources Conservation Service, 2010. Germplasm Resources Information Network ([GRIN](http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=CAPU39)) Taxonomy for Plants. <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=CAPU39> [28 September 2018].
- Novalina, Dhiah. Sugiyarto. dan Ari Susilowati. 2013. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun *Carica pubescens* dari Dataran Tinggi Dieng terhadap Bakteri Penyebab Penyakit Diare. *El-Vivo Vol.1, No.1, Hal 1-12*.
- Rahayu, Enni Suwarsi dan Putik Pribadi. 2012. Kadar Vitamin dan Mineral dalam Buah Segar dan Manisan Basah Karika Dieng (*Carica pubescens* Lenne & K. Koch). *Biosaintifika 4 (2)*.
- Simirgiotis. 2009. Identification of Phenolic Compounds from The Fruits of The Mountain Papaya *Vasconcellea pubescens* a. dc. Grown in Chile by Liquid Chromatography–uv Detection–Mass Spectrometry. *Journal Food Chemistry*. 115:775–784.
- Sofro, A. S. M. 1994. *Keanekaragaman Genetik*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Supono, 2014. Potensi Ekstrak Biji Karika (*Carica pubescens*) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*. *El-Vivo*. Vol 2, No 1
- Supono. Sugiyarto. dan Ari Susilowati. 2014. Potensi Ekstrak Biji Karika (*Carica pubescens*) sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes Aegypti*. *El-Vivo Vol.2, No.1, Hal 78-89*
- Whitten, A.J., SJ Damanik, J. Anwar and Hisyam. 1984. *The Ecology of Sumatra*. Gadjahmada University Press, Yogyakarta.

Wigati, E. 2003. Variasi Genetik Ikan Anggoli (*Pristipomoides multidens*) Berdasarkan Pola Pita Allozyme. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Wikipedia. 2018. Pepaya Gunung. https://id.wikipedia.org/wiki/Pepaya_gunung [28 September 2018].

Keanekaragaman Herpetofauna di Kawasan Wisata Alam Coban Putri Desa Tlekung Kecamatan Junrejo Kota Batu Jawa Timur

Amiliyatul Hidayah, Berry Fakhry Hanifa, Sandra Rafika Devi, Luhur Septiadi, Muhammad Zakaria Alwi, Fahmi Alief Afifudin

Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Email: amiliyatul.hidayah@gmail.com

Abstrak

Daerah Batu berada pada dataran tinggi sehingga memiliki suhu rendah dan wilayah yang alami menjadi daya tarik wisata. Potensi keanekaragaman di wilayah Batu tidak diimbangi dengan penelitian dan data yang memadai. Penelitian dilakukan di Coban Putri bulan Februari-Maret 2018 menggunakan metode *Visual Ecounter Survey* (VES) dan *Time Research*. Herpetofauna yang ditemukan dari Famili Gekkonidae, Agamidae, Scinidae, Pareasidae, Ranidae, Meghophryidae, Bufonidae dan Rhacophoridae. Hasil penelitian Indeks keanekaragaman Shannon Wiener rendah sebesar 1,44.

Kata Kunci:

Keanekaragaman, Herpetofauna, Coban Putri, dan *Visual Ecounter Survey* (VES)

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, hal itu dapat dilihat dari berbagai macam jenis flora dan fauna yang terdapat di dalamnya. Perbedaan keanekaragaman flora dan fauna dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya yaitu aspek geografis sumber daya hutannya terletak di sekitar garis khatulistiwa dan tersebar di banyak kepulauan. Keanekaragaman tersebut berbeda-beda di setiap daerah (Sutoyo, 2010).

Batu merupakan salah satu kota di wilayah Jawa Timur dengan luas wilayahnya 136.74 km². Wilayah Batu memiliki suhu yang relatif rendah karena berada pada daerah dataran tinggi dengan rata-rata ketinggian wilayah Batu 871 mdpl. Topografi daerah Batu merupakan daerah perbukitan karena dikelilingi oleh pegunungan, seperti Gunung Kawi, Gunung Anjasmoro, Gunung Arjuno, Gunung Banyak, Gunung Welirang dan Gunung Panderman (Pemerintah Kota Batu, 2013). Dengan kondisi alam yang masih alami menjadikan wilayah ini sebagai habitat yang sesuai untuk flora dan fauna. Wilayah Batu berpotensi sebagai habitat alami herpetofauna karena memiliki temperatur yang rendah dan terdapat banyak coban. Akan tetapi, data penelitian tentang Herpetofauna masih sangat terbatas.

Coban Putri merupakan salah satu Coban yang ada di Batu. Coban Putri terletak di Desa Tlekung Kecamatan Junrejo Batu Jawa Timur. Air terjun di Coban Putri memiliki ketinggian 20 meter dan lebar 3 meter. Coban Putri berpotensi sebagai habitat alami Herpetofauna karena wilayahnya masih alami. Coban Putri yang dimanfaatkan sebagai salah satu tujuan wisata alam di Batu tentunya akan mempengaruhi keberadaan Herpetofauna di wilayah tersebut.

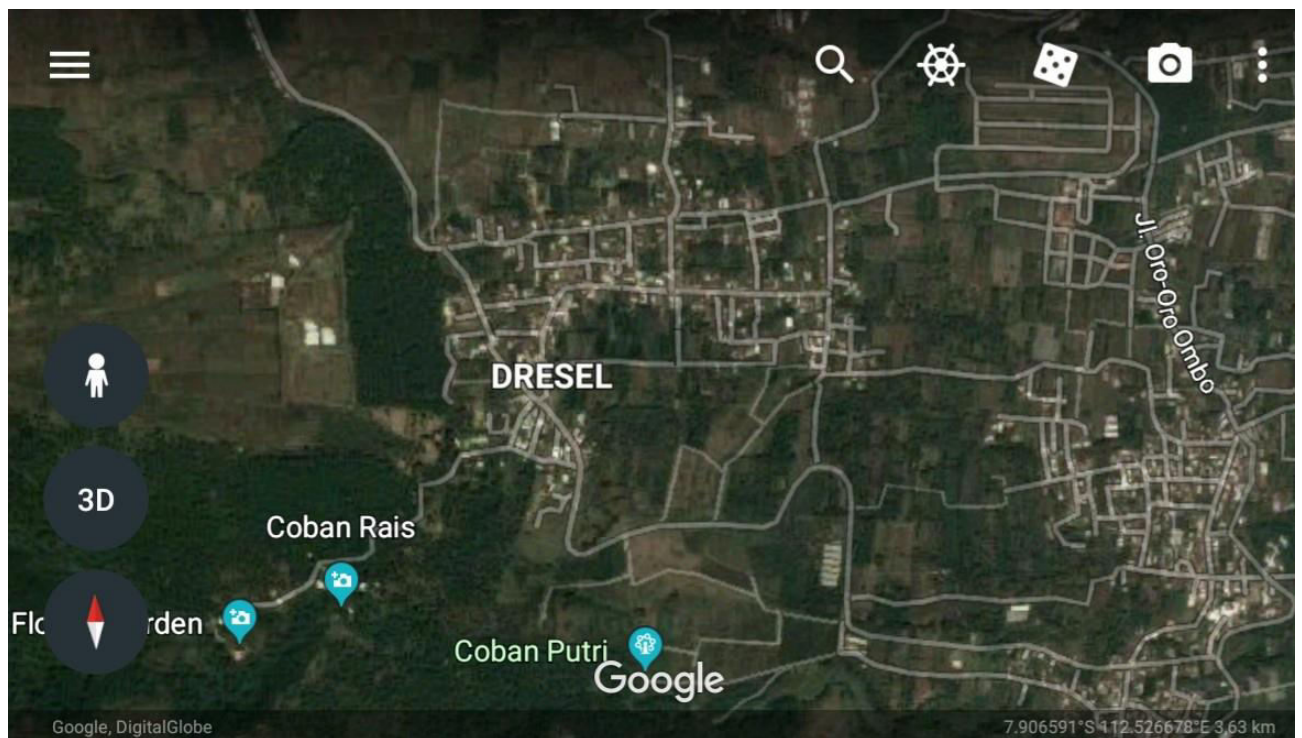
Herpetofauna merupakan kelompok hewan melata yang suhu tubuhnya tergantung pada suhu lingkungannya, termasuk Reptil dan Amfibi (Kusrini, 2008). Kedua hewan ini berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, salah satunya dalam rantai

makanan. Beberapa spesies Herpetofauna berperan sebagai bioindikator kesehatan lingkungan dan pengendalian serangga hama.

Tingkat kesadaran masyarakat yang masih rendah serta minimnya penelitian yang berkaitan tentang Herpetofauna di daerah ini menyebabkan kelompok hewan ini kurang mendapat perhatian (Kusrini, 2009). Keanekaragaman herpetofauna di wilayah Coban Putri belum diketahui dengan pasti sehingga diperlukan penelitian mengenai jenis-jenis herpetofauna dan sebarannya di dalam kawasan tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai keanekaragaman herpetofauna yang ada di Coban Putri sebagai pengumpulan data base dan langkah awal dalam konservasi reptil dan amfibi di wilayah Batu Jawa Timur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman jenis Herpetofauna di kawasan Wisata Alam Coban Putri Batu Jawa Timur melalui Keberadaan jenis Herpetofauna, indeks diversitas dan tipe habitatnya.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-Maret 2018 di kawasan Lokasi Wisata Coban Putri, Desa Tlekung, Batu, Jawa Timur dalam koordinat antara $7^{\circ}55'-7^{\circ}57'$ BT dan $115^{\circ}17'-118^{\circ}19'$ LS.



Gambar 1. Lokasi pengamatan di Coban Putri (Google Earth, 2018)

Alat yang digunakan antara lain: senter, *snake tong*, kantong plastik, alat tulis, penggaris, kamera, jam, GPS dan termometer. Spesimen yang ditemukan ditangkap dengan tangan kosong untuk amfibi sedangkan dengan *snake tong* untuk spesimen reptil seperti ular (Mumpuni, 2001). Pengambilan spesimen dilakukan dengan metode *Visual Encounter Survey-Night Stream* (VES-NS) (Heyer *et al.* 1994) dengan *time search* selama 2 jam. Pengamatan malam hari dilakukan pada pukul 19.00-21.00 WIB. Alasan pemilihan metode VES adalah agar

herpetofauna lebih cepat ditemukan karena kecenderungan herpetofauna keluar dari persembunyiannya dan aktif pada malam hari. Metode *Time Search* digunakan untuk membatasi waktu penelitian dikarenakan kawasan Coban Putri yang cukup luas dan akan memakan waktu banyak untuk menjelajahi seluruh area. Sampling bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman reptil dan amfibi di Coban Putri.

Pengambilan data dilakukan pada malam hari di sepanjang daerah aliran sungai dan lokasi wisata. Zona pengamatan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari tiga zona yang dibagi berdasarkan tipe habitat. Zona pertama, yaitu meliputi wilayah coban atau air terjun. Zona kedua, yaitu Kawasan Wisatawan. Zona ketiga, yaitu daerah hutan dan *ground camping*

Data yang dikumpulkan pada saat pengamatan adalah data jenis yang telah diidentifikasi. Tidak semua spesimen yang ditemukan ditangkap terutama untuk jenis yang berjumlah banyak, akan tetapi hanya diambil beberapa untuk mewakili jenisnya (Mumpuni, 2001). Beberapa spesimen tertentu tersebut kemudian diawetkan di Laboratorium Fisiologi Hewan, Jurusan Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Identifikasi jenis herpetofauna dilakukan menggunakan buku panduan identifikasi *Amfibi Jawa Bali* (Iskandar, 1998), *A Field Guide to the Snakes of Borneo* (Stuebing and Inger, 1999), *Reptiles of South-East Asia* (Das, 2010)

Hasil data yang didapat dianalisis menggunakan indeks diversitas Shannon-Wiener, indeks kekayaan jenis Margalef, indeks kemerataan jenis, dan dominasi untuk mengetahui potensi keanekaragaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman Reptil Amfibi dan Deskripsi Jenis

Tabel 1. Keanekaragaman Reptil Amfibi yang dijumpai di Lokasi Wisata Coban Putri

Jenis Herpetofauna		Habitat	IUCN	Sampling ke-			Σ Individu
Familia	Spesies			1	2	3	
Ranidae	<i>Chalcorana chalconota</i>	Semi Akuatik	LC	13	14	15	41
	<i>Huia masonii</i>	Akuatik	VU	0	1	0	1
	<i>Odorana hosii</i>	Semi Akuatik	LC	1	1	0	2
Megophryidae	<i>Leptobrachium haseltii</i>	Terrestrial	LC	5	0	2	7
	<i>Duttaphrynus</i>			1	2	0	
Bufonidae	<i>melanotictus</i>	Terrestrial	LC				3
	<i>Phrynooidis asper</i>	Terrestrial	LC	0	0	1	1
Rhacophoridae	<i>Polypedates leucomystax</i>	Arboreal	LC	0	1	1	2
Gekkonidae	<i>Cyrtodactylus</i>			1	5	0	
	<i>marmoratus</i>	Terrestrial	LC				6
Agamidae	<i>Bronchocela jubata</i>	Arboreal	LC	0	0	2	2
Scincidae	<i>Eutropis multifasciata</i>	Terrestrial	LC	0	0	1	1
Pareatidae	<i>Pareas carinatus</i>	Arboreal	LC	0	0	1	1

LC : *Least Concern*; VU : *Vulnerable*; DD : *Data deficient*; (*): *Endemik*; IUCN: *International Union for Conservation Nature*

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan selama 1,5 bulan di Lokasi Wisata Coban Putri, Desa Tlekung, Batu, Jawa Timur pada bulan Februari-Maret telah ditemukan 68 individu.

Herpetofauna yang ditemukan berasal dari Ordo Anura dan Squamata. Sebanyak 8 famili dengan 11 spesies yang terdiri dari 4 famili dari Ordo Anura dan 4 famili dari Ordo Squamata.

Tabel 1 menunjukkan akan hasil sampling yang telah dilakukan baik sampling ke-I, II dan III. Pada sampling pertama, telah ditemukan total 21 individu yang merupakan Ordo Anura dan Squamata. Untuk Ordo Anura sebanyak 13 individu jenis *Chalcorana chalconata*, 5 individu jenis *Leptobrachium haseltii*, 1 individu jenis *Duttaphrynus melanotictus* dan *Odorrana hosii*. Untuk Ordo Squamata sebanyak 1 jenis yaitu *Cyrtodactylus marmoratus*. Samping kedua, telah ditemukan total 24 individu jenis yang terdiri atas Ordo Anura dan Ordo Squamata. Ordo Anura sebanyak 14 individu jenis *Chalcorana chalconata*, 2 individu jenis *Duttaphrynus melanotictus*, serta 1 individu jenis *Polypedates leucomystax*, *Odorrana hosii* dan *Huia masonii*. Ordo Squamata sebanyak 5 individu jenis *Chyrtodactylus marmoratus*. Sampling ketiga, ditemukan total sebanyak 23 individu jenis baik dari Ordo Anura dan Ordo Squamata. Ordo Anura terdiri dari 15 individu jenis *Chalcorana chalconata*, 2 individu jenis *Leptobrachium haseltii*, serta 1 individu jenis *Phrynooidis asper* dan *Polypedates leucomystax*. Ordo Squamata terdiri dari 2 individu jenis *Bronchocela jubata* serta 1 individu jenis *Eutropis multifasciata* dan *Pareas carinatus*.

Secara umum habitat amfibi dan reptil terbagi menjadi 5 yakni terrestrial, arboreal, akuatik, semi akuatik, dan fossorial (Kusrini, 2013). Reptil dan amfibi menghuni hampir seluruh permukaan bumi, kecuali di antartika (Pough et al. 1998; Zug 1993 dalam Yudha, 2015). Pada zona pertama yang meliputi daerah air terjun, sungai di bawah air terjun dan lahan di sekitar sungai dan air terjun memiliki keanekaragaman yang tergolong rendah dengan spesies yang ditemukan antar lain *Chalcorana chalconota*, *Huia masonii*, *Leptobrachium haseltii*, *Duttaphrynus melanotictus*, *Phrynooidis asper* dan *Cyrtodactylus marmoratus*. *Chalcorana chalconota* dan *Huia masonii* merupakan Ordo Anura yang memang hidup pada habitat semi akuatik dan akuatik, sehingga kondisi lingkungan yang berdekatan dengan sumber air sangat sesuai dengan karakteristik kehidupannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Iskandar (1998) bahwa *Chalcorana chalconota* adalah jenis katak yang kadang-kadang mengunjungi habitat manusia dimana terdapat air mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 1200 mdpl serta tinggal di atas tumbuhan disekitar atau di dalam air, sedangkan untuk *Huia masonii* menurut Iskandar (1998) bahwa *Huia masonii* selalu terkait dengan sungai yang berarus deras. Airnya harus jernih dan sungainya berbatu atau paling tidak berbatu besar.

Pada zona kedua yang meliputi daerah taman dan parkir mempunyai keanekaragaman tergolong sedang dikarenakan lokasi yang relatif jauh dari sumber air. Adapun spesies yang ditemukan antara lain *Chalcorana chalconota*, *Leptobrachium haseltii*, *Duttaphrynus melanotictus*, *Polypedates leucomystax*, *Cyrtodactylus marmoratus*, *Bronchocela jubata* dan *Eutropis multifasciata*

Pada zona ketiga yang meliputi daerah *Ground camping* dan jalan masuk hutan. Daerah ini memiliki keanekaragaman rendah karena lokasi yang berjauhan dari sumber air. Adapun spesies yang ditemukan antara lain *Chalcorana chalconota*, *Odorrana hosii*, *Duttaphrynus melanotictus*, *Polypedates leucomystax* dan *Pareas carinatus*.

Habitat terrestrial (Kusrini, 2013). merupakan habitat bagi spesies yang terletak di permukaan tanah dan jauh dari sumber air. Terdapat beberapa spesies yang ditemukan pada tipe habitat terrestrial. Jenis amfibi yang ditemukan antara lain : *Leptobrachium haseltii*, *Duttaphrynus melanotictus*, dan *Phrynooidis asper*. Menurut Iskandar (1998) spesies *Leptobrachium haseltii* banyak ditemukan di daerah hutan yang berasal dari daerah yang lebih

tinggi dari serasah hutan, *Duttaphrynus melanotictus* banyak ditemukan di dekat hunian manusia dan *Phrynomidis asper* di sepanjang tepi aliran sungai. Jenis reptil yang ditemukan adalah *Cyrtodactylus marmoratus* menurut Das (2010) banyak ditemukan pada dataran rendah berhutan dan *Eutropis multifasciata* banyak ditemukan di tepi hutan dan sekitar pemukiman manusia pada ketinggian sekitar 1800 mdpl.

Pada tipe habitat semi-akuatik ditemukan beberapa amfibi *Chalcorana chalconota* dan *Odorana hosii*. Menurut Iskandar (1998) *Chalcorana chalconota* adalah jenis katak yang kadang-kadang mengunjungi habitat manusia dimana terdapat air mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 1200 mdpl serta tinggal di atas tumbuhan disekitar atau di dalam air, sedangkan *Odorana hosii* terdapat di daerah parit atau sungai mulai dari hutan primer-skunder dan biasanya beristirahat di atas pinggiran atau tumbuhan sepanjang sungai.

Habitat akuatik merupakan habitat bagi spesies yang hidupnya selalu terdapat di dasar air (Kusrini, 2013). Pada tipe habitat hanya ditemukan satu spesies dari jenis amfibi yaitu *Huia masonii*. Spesies ini menurut IUCN tergolong status konservasi Rentan (*VU/Vulnerable*), hal ini menunjukkan spesies sedang menghadapi resiko kepunahan rendah di alam liar pada waktu yang akan datang. Menurut Iskandar (1998) *Huia masonii* Selalu terkait dengan sungai yang berarus deras. Airnya harus jernih dan sungainya berbatu atau paling tidak berbatu besar.

Habitat arboreal merupakan habitat bagi spesie yang hidup di atas pohon (Kusrini, 2013). Terdapat beberapa spesies yang ditemukan pada tipe habitat arboreal yang keseluruhan berasal Ordo Anura dan Squamata. Spesies yang ditemukan dari Ordo Anura antara lain *Polypedates leucomystax* yang ditemukan diam tanah dekat dengan sumber air. Sering ditemukan diantara tetumbuhan atau disekitar rawa. Jenis ini sering mendekati hunian manusia (Iskandar, 1998). *Bronchocela jubata* menurut Das (2010) banyak ditemukan di daerah dataran rendah yang relatif terbuka dan *Pareas carinatus* banyak ditemukan pada dataran rendah dan hutan pegunungan.

Hasil pengamatan menunjukkan Herpetofauna yang ditemukan antara lain, 4 famili dengan 7 spesies anggota Ordo Anura dan 4 famili dengan 4 spesies anggota Ordo Squamata telah berhasil diidentifikasi. Deskripsi morfologi dan habitat dari kedelapan famili tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Dokumentasi jenis amfibi yang dijumpai: (a) *Chalcorana chalconota*, (b) *Huia masonii*, (c) *Odorana hosii*, (d) *Leptobrachium haseltii*, (e) *Duttaphrynus melanotictus*, (f) *Phrynomidis asper* dan (g) *Polypedates leucomystax*.

Famili Bufonidae

1. Nama Ilmiah : *Duttaphrynus melanostictus* (Schneider, 1799).
Nama Lokal : Kodok buduk (*Rough Toad*), Sinonim : *Bufo melanostictus* Schneider, 1799; *Duttaphrynus* Frost et al., 2006.
Karakter morfologi : Berukuran sedang dengan postur tubuh gembung, pada jantan terdapat corak kemerahan di kulit leher, kulit kasar berbintil, kepala berbentuk segitiga, moncong pendek, mata besar menonjol, memiliki pematang di kepala mulai dari preorbital, supraorbital, postorbital, hingga supratympanum, memiliki kelenjar paratoid lonjong di belakang tympanum. Tungkai relatif pendek untuk pergerakan *hopping*. Tekstur kulit kasar, dan kering. Corak warna gelap kusam (Iskandar, 1998).
Habitat : Banyak ditemukan di daerah pemukiman warga (*disturbed area*) (Iskandar, 1998).
2. Nama Ilmiah: *Phrynoidis asper* (Gravenhorst, 1829)
Nama lokal: Kodok buduk sungai (*River Toad*), kodok puru besar (*Rough Toad*)
Sinonim : *Bufo asper* (Gravenhorst, 1829)
Karakter morfologi: Jari kaki berselaput sampai ke ujung. Tubuh besar dan kuat. Jari kaki berselaput renang sampai ke ujung. Tekstur kulit sangat kasar atau berbenjol, diliputi oleh bintil-bintil berduri atau berbenjol. Warna coklat tua yang kusam, keabu-abuan atau kehitam-hitaman, di bagian bawah terdapat titik hitam. Jantan biasanya memiliki kulit dagu yang hitam (Iskandar, 1998).
Habitat: Sering dijumpai diwilayah terrestrial. Jenis ini kadang ditemukan pada habitat kegiatan manusia namun masih memiliki aliran air dengan vegetasi disekitarnya (Kusrini, 2013)

Famili Rhacoporidae

- Nama Ilmiah : *Polypedates leucomystax* (Gravenhorst, 1829).
Nama Lokal : Katak pohon bergaris (*Stripped Tree Frog*), Sinonim : *Polypedates rugosus* Duméril & Bibron, 1841; *Polypedates teraiensis* Dubois, 1987.
Karakter morfologi : Berukuran sedang dengan warna coklat kekuningan, dilengkapi dengan 6 garis longitudinal khas dari kepala hingga ujung badan. Jari tangan dan jari kaki mengalami pembesaran dan tipis pada ujungnya. Kulit kepala terosifikasi dengan tengkorak. Jari tangan berselaput setengah penuh, jari kaki hampir berselaput sepenuhnya. Tekstur kulit halus tanpa ada tuberkula. Ada dua macam corak warna yaitu coklat kelabu atau kekuningan dengan 4 sampai 6 strip hitam, dan abu-abu kusam hingga Coklat kehijauan dengan titik hitam menyebar ke seluruh tubuh (Iskandar, 1998).
Habitat : Banyak ditemukan di area bervegetasi rendah dan di area pemukiman manusia (Iskandar, 1998).

Famili Ranidae

1. Nama Ilmiah : *Chalcorana chalconota* (Schlegel, 1837).

Nama Lokal : Kongkang Kolam (*White-Lipped Frog*), Sinonim : *Hyla chalconotus* Schlegel, 1837; *Hylarana chalconota*, Schlegel, 1837; *Rana chalconota*, Schlegel, 1837.

Karakter morfologi : Berukuran sedang dengan tympanum berwarna coklat tua dan kaki yang panjang dan ramping. Semua jemari sepenuhnya berselaput. Kulit kasar berglanular halus. Corak warna hijau gelap sampai kuning kecoklatan (Iskandar, 1998).

Habitat : Banyak ditemukan di area kolam dan sekitar sungai (Iskandar, 1998).

2. Nama Ilmiah : *Huia masonii* (Boulenger, 1884).

Nama Lokal : Kongkang Jeram (*Javan Torrent Frog*), Sinonim : *Huia javana* Yang, 1991.

Karakter morfologi : Berukuran sedang, dengan tympanum kecil, kaki yang sangat tipis dan sangat panjang dibandingkan dengan spesies lain, jari tangan dan kaki lainnya dilengkapi cakram yang berukuran besar, dan alur lingkaran marginal. Tekstur kulit halus dengan beberapa tuberkula. Corak warna coklat bercampur hitam, dengan warna hitam pada sekitar tympanum (Iskandar, 1998).

Habitat : Banyak ditemukan di aliran sungai berarus deras (Iskandar, 1998).

3. Nama Ilmiah : *Odorrana hosii* (Boulenger, 1891)

Nama Lokal : Kongkang Racun (*Poisonous Rock Frog*), Sinonim : *Rana hosii* Boulenger, 1891

Karakter morfologi : Berukuran sedang hingga sangat besar dan ramping. Corak warna dominasi coklat gelap hingga coklat kehijauan. Corak warna pada bagian lateral biasanya lebih gelap. Jari tangan memiliki cakram yang melebar dan jari kaki berselaput pada pangkal. Memiliki kaki bagian belakang yang panjang sehingga memudahkan hewan ini untuk melompat jauh. Kulit dengan kelenjar racun yang berbau busuk. Tekstur kulit berbintil halus tanpa ada bintil yang menonjol (Iskandar, 1998).

Habitat: Daerah parit atau sungai mulai dari hutan primer-skunder dan biasanya beristirahat di atas pinggir atau tumbuhan sepanjang sungai (Iskandar, 1998).

Famili Megophryidae

Nama Ilmiah: *Leptobrachium haseltii* (Tschudi, 1838)

Nama lokal: Katak Serasah (*Hasselt's Litter Frog*)

Sinonim : *Amolops jerboa*. *Rana jerboa*,

Karakter morfologi: Warna kulit hitam serta tekstur kulit berbintil-bintil yang tersebar diseluruh permukaan tubuh. Sedangkan bagian kaki berwarna hitam berseling putih serta pada bagian mulut. Memiliki ukuran tubuh yang kecil dengan bentuk tubuh menggembung. Bentuk moncong agak lancip dan memiliki mata yang menonjol. Kaki pendek dan ramping, dan jari berbentuk tumpul. (Iskandar, 1998).

Habitat: Biasanya terbatas di wilayah berhutan (Iskandar, 1998).



Gambar 3. Dokumentasi jenis reptile yang dijumpai (a) *Cyrtodactylus marmoratus* (b.) *Bronchocela jubata* dan (c.) *Pareas carinatus*

Famili Scincidae

Nama Ilmiah : *Eutropis multifasciata* (Kuhl, 1820).

Nama Lokal: Kadal Kebun (*Common Sun Skin*), Sinonim: *Scincus multifasciatus* Kuhl, 1820; *Mabuya multifasciata* Kuhl, 1820.

Karakter morfologi : Badan kokoh dengan kepala khas, moncong pendek, kelopak mata bawah bersisik, dengan sepasang nuchal yang membesar. Corak warna dorsal berwarna perunggu-coklat, biasanya dilengkapi dengan garis kuning atau merah di sepanjang sisi lateral; Serangkaian bintik putih atau goresan di sepanjang sisi lateral (Das, 2015).

Habitat : Banyak dijumpai di area perkebunan, dan sekitar pemukiman warga dan ditemui sampai ketinggian 1,800m mdpl (Das, 2015).

Famili Gekkonidae

1. Nama Ilmiah: *Hemidactylus frenatus* (Dumeril & Bibron, 1836).

Nama Lokal: Cecak Kayu (*Asian house-gecko*), Sinonim: *Hemidactylus fragilis* Calabresi, 1915; *Hemidactylus hexaspis* Cope, 1869.

Karakter morfologi : Badan kokoh memipih dengan kepala yang besar, ekor tersegmentasi dan meruncing, sisik dorsal halus; tidak ada selaput pada jari; sisi ekor dilengkapi dengan pembesaran tuberkel; tidak ada lipatan kulit di sepanjang sisi lateral dan pada punggung kaki belakang. Corak warna pada dorsal yaitu coklat keabu-abuan atau coklat kehitaman, terkadang ditandai dengan tanda lebih gelap. Dilanjutkan dengan warna coklat muda, dengan tepi yang lebih terang di atas pada sisi kepala, kadang berlanjut ke sisi lateral (Das, 2015).

Habitat : Banyak dijumpai disekitar habitat manusia, jarang terlihat di hutan (Das, 2015)

2. Nama Ilmiah : *Cyrtodactylus marmoratus* (Gray, 1831).

Nama Lokal: Cecak batu (*Javan bent-toed gecko*), Sinonim: *Gonyodactylus marmoratus* Fitzinger, 1843; *Gonydactylus marmoratus* Kluge, 1991.

Karakter morfologi : Badan kokoh memanjang, permukaan dorsal dilengkapi dengan sisik granular bercampur dengan tuberkel bulat yang menempel, kepala berukuran besar. Corak warna pada bagian dorsal berwarna coklat muda dengan bintik bintik coklat tua seperti *cross-bars*. Kepala dilengkapi dengan bintik gelap tidak beraturan dan sisik postokular gelap dan lebar (Das, 2015).

Famili Paretidae

Nama Ilmiah: *Pareas carinatus* (Boie, 1828)

Nama lokal: Ular siput

Sinonim : *Amblycephalus carinatus* (Boie, 1828)

Karakter morfologi: ramping, pipih lateral, kepala pendek, bulat, berbeda dari leher, moncong pendek, mata besar, ekor pendek. Warna dorsumzaitun coklat, kuning atau berwarna coklat kemerahan dengan garis hitam melintang tidak jelas, garis gelap di sepanjang mata (Das, 2010).

Habitat: hutan dataran rendah dan hutan pegunungan dengan ketinggian antara 550-1300 mdpl (Das, 2010).

Indeks Diversitas, Kekayaan Jenis, Keanekaragaman Jenis, Nilai Frekuensi, dan Nilai Dominansi pada Zonasi berbeda

Tabel 2. Indeks Diversitas Herpetofauna di Lokasi Wisata Coban Putri

Indeks Diversitas berdasarkan Zonasi	Zona	Kekayaan Jenis			Keanekaragaman Jenis		
		N	R1	S	H'	E	D
Zonasi	Zona 1 (wilayah coban atau air terjun)	35	1,406	6	1.106527	0.617564528	0.452101
	Zona 2 (Kawasan Wisatawan)	19	2,038	7	1.513664	0.777869166	0.280702
	Zona 3 (daerah hutan dan ground camping)	14	1,559	5	1.16328	0.72278644	0.318681

N : jumlah individu seluruh jenis; *R1* : indeks kekayaan Margalef; *S* : jumlah jenis yang ditemukan; *H'* : indeks diversitas Shanon-Weiner; *E*: indeks pemerataan Simpson, *D*: Dominansi

Tabel 3. Nilai Indeks Diversitas di Lokasi Wisata Coban Putri

Indeks	Nilai indeks	Keterangan
Dominansi	0.396400351	Rendah
Keanekaragaman Jenis	1.44290812	Rendah
Kemerataan Jenis	0.601739424	Sedang
Kekayaan Jenis	2.369944718	Rendah

Tabel 4. Nilai Frekuensi Herpetofauna di Lokasi Wisata Coban Putri

Jenis Herpetofauna		Zonasi								
Famili	Species	Zona 1 (wilayah coban atau air terjun)			Zona 2 (Kawasan Wisatawan)			Zona 3 (daerah hutan dan ground camping)		
		Σ i	F	FR (%)	Σ i	F	FR%	Σ i	F	FR %
Ranidae	<i>Chalcorana chalconota</i>	23	7.666	65.714	10	3.333	52.631	9	3	64.285
	<i>Huia masonii</i>	1	0.333	2.857	0	0	0	0	0	0
	<i>Odorana hosii</i>	0	0	0	0	0	0	2	0.666	14.285
Megophrydae	<i>Leptobrachium haseltii</i>	5	1.666	14.285	2	0.666	10.526	0	0	0
Bufonidae	<i>Duttaphrynus melanotictus</i>	1	0.333	2.857	1	0.333	5.263	1	0.333	7.142
	<i>Phrynodis asper</i>	1	0.333	2.857	0	0	0	0	0	0
Rhacophoridae	<i>Polypedates leucomystax</i>	0	0	0	1	0.333	5.263	1	0.333	7.142
Gekkonidae	<i>Cyrtodactylus marmoratus</i>	4	1.333	11.428	2	0.666	10.52	0	0	0

Agamidae	<i>Bronchocele jubata</i>	0	0	0	2	0.666	10.52	0	0	0
Scincidae	<i>Eutropis multifasciata</i>	0	0	0	1	0.333	5.263	0	0	0
Pareatidae	<i>Pareas carinatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0.333	7.1421
Σ TOTAL		35	11.666	100		6.333	100	4.666	100	

Berdasarkan pengamatan indeks diversitas di Lokasi Wisata Coban Putri yang terdapat pada Tabel 2, terdiri dari 3 zona yang dibagi menurut tipe habitatnya. Hasil perhitungan indeks diversitas Shannon menunjukkan bahwa pada zona 1 memiliki keanekaragaman jenis reptil dan amfibi yang tergolong rendah yakni $H' = 1.106$ dengan total sebanyak 35 individu dari 6 jenis amfibi. Zona 2 memiliki indeks keanekaragaman jenis reptil dan amfibi yang tergolong sedang yakni $H' = 1.51$ dengan total sebanyak 19 individu dari 4 jenis amfibi dan 3 jenis reptil. Zona 3 memiliki indeks keanekaragaman jenis reptil dan amfibi yang tergolong rendah yaitu $H' = 1.16$ dengan total sebanyak 14 individu dari 4 jenis amfibi dan 1 jenis reptil. Kriteria tersebut menurut (Brower dan Zarr, 1997 dalam Eprilurahman, 2010) bahwa indeks keanekaragaman dikatakan tinggi nilainya jika lebih dari 2,0 dan sedang jika nilainya antara 1,5-2,0, sedangkan rendah jika nilainya antar 1,0-1,5 dan sangat rendah jika kurang dari 1,0.

Kemerataan jenis reptil pada zona 1 sebesar 0.61 yang termasuk kriteria kemerataan sedang, zona 2 sebesar 0.77 yang termasuk kriteria kemerataan tinggi dan zona 3 sebesar 0.72 termasuk kriteria kemerataan sedang. Brower dan Zar (1977) dalam Hapsari (2014) yang menyebutkan bahwa apabila nilai indeks kemerataan berkisar antara 0,00-0,50 termasuk dalam kriteria kemerataan rendah dengan komunitas tertekan. Nilai indeks kemerataan diantara 0,50-0,75 termasuk dalam kriteria kemerataan sedang dengan komunitas labil. Nilai indeks kemerataan diantara 0,75-1,00 termasuk dalam kriteria keseragaman tinggi dengan komunitas stabil

Dominasi pada tiap zona (Table 2) menunjukkan bahwa pada zona 1 sebesar 0.45 yang berarti indeks dominasi tergolong rendah karena berada $< 0,5$. Begitu pula zona 2 dan 3 yang memiliki indeks dominasi sebesar 0,28 dan 0.31. Hal ini sesuai dengan Hamsiah (2006) dalam Hapsari (2014) yang menyebutkan bahwa apabila nilai indeks dominansi diantara 0,00-0,50 termasuk dalam kriteria rendah, diantara 0,50-0,75 termasuk dalam kriteria sedang, dan diantara 0,75- 1,00 termasuk dalam kriteria tinggi.

Indeks kekayaan Margalef pada masing-masing zona menunjukkan kriteria yang sama yakni tergolong rendah karena $< 3,5$. Pada zona 1 sebesar 1,406, zona 2 sebesar 2,038 dan zona 3 sebesar 1,559. Berdasarkan Magurran (1988) dalam Hilwan (2013) nilai $R1 < 3,5$ menunjukkan kekayaan jenis yang tergolong rendah. $R1 3,5 - 5,0$ menunjukkan kekayaan jenis tergolong sedang, dan $R1 > 5,0$ menunjukkan kekayaan jenis tergolong tinggi.

Berdasarkan keseluruhan data yang didapatkan (Tabel 3) pada semua zona menunjukkan indeks keanekaragaman sebesar 1.44 yang berarti tergolong rendah. Indeks kemerataan tergolong sedang yakni 0,60. Dominasi secara keseluruhan sebesar 0,39 sehingga tergolong rendah. Begitupula untuk indeks kekayaan Margalef tergolong rendah dengan nilai indeks sebesar 2,36. Hasil perhitungan frekuensi relatif (Tabel 4) jenis amfibi dan reptil diperoleh nilai frekuensi tertinggi pada zona 1, 2 dan 3 yaitu spesies *Chalcorana chalconota* sebesar 65.71%, 52.63% dan 64.28%.

Perbedaan perolehan hasil sampling juga dipengaruhi oleh usaha (*effort*), dimana pada sampling ke-I, II dan III, anggota sampling selalu ada perbedaan anggota hal ini akan berpengaruh terhadap hasil yang didapat. Sesuai dengan Kusri (2007) bahwasanya penghitungan usaha (*effort*) didasarkan pada lamanya waktu pencarian dan luasan area yang disurvei.

Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi keanekaragaman jenis herpetofauna diantaranya suhu udara, suhu air, serta kelembapan. Faktor lingkungan tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. Rerata parameter fisik pada tiap sampling yang rutin dilakukan

No	Parameter	Sampling ke-		
		S1	S2	S3
1.	Suhu Udara ($^{\circ}\text{C}$)	21	23,5	21
2.	Suhu Air ($^{\circ}\text{C}$)	19	21	19,5
3.	Kelembapan	94,7%	94,6%	97%

Berdasarkan data hasil pengamatan (Tabel. 5) rerata suhu yang diperoleh dari hasil sampling I, II dan III tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Baik suhu udara maupun suhu air cenderung konstan. Suhu udara dengan kisaran tiap sampling 21°C , $23,5^{\circ}\text{C}$ dan 21°C , sedangkan untuk suhu air 19°C , 21°C dan $19,5^{\circ}\text{C}$. Menurut (Goin, 1971) dalam (Izza, 2014) suhu udara pada saat pengamatan masih dalam batas suhu udara untuk lingkungan hidup amfibi yakni 3 sampai 41°C . Suhu memiliki peranan penting bagi kehidupan herpetofauna. Suhu tubuh herpetofauna berfluktuasi mengikuti suhu lingkungan seperti hewan poikilotermik-ektotermik lainnya (Qurniawan, 2102).

Kelembapan udara juga menunjukkan hasil yang relatif konstan dari sampling I, II dan III, yakni 94,7%, 94,6% dan 97%. Menurut Iskandar (1998) kebanyakan jenis amfibi hidup di kawasan hutan, karena membutuhkan kelembapan yang cukup untuk melindungi tubuh dari kekeringan.

Konstannya parameter suhu dan kelembapan diasumsikan karena vegetasi yang terpelihara baik dan debit air yang mencukupi kebutuhan sehari-hari disana. Dengan vegetasi yang terpelihara baik, panas berlebih akan dapat diserap dengan baik, air berlebih akibat curah hujan yang tinggi dapat diserap dan disimpan dalam tanah dengan baik (Hanifa, 2016). Hal tersebut dapat berdampak menguntungkan bagi kelangsungan hidup organisme yang berada didalamnya.

Pola aktivitas herpetofauna sebenarnya dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Qurniawan, 2102). Faktor lingkungan seperti suhu air, suhu udara, kelembapan dan topografi berpengaruh terhadap persebaran herpetofauna. Menurut (Eprilurahman, 2009) Faktor lingkungan berhubungan erat dengan perbedaan kemampuan hidup tiap jenis herpetofauna

dalam merespons kondisi lingkungan yang ada karena kondisi topografi berhubungan erat dengan perbedaan aktivitas dan pola penggunaan ruang tiap jenis herpetofauna.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di Coban Putri ditemukan 68 individu Herpetofauna, yakni 8 famili dengan 11 spesies yang terdiri dari 4 famili dari Ordo Anura dan 4 famili dari Ordo Squamata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tingkat keanekaragaman di Coban Putri rendah yakni sehingga perlu dilakukan upaya konservasi dan penelitian lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada bpk. Berry Fakhry Hanifa selaku dosen pembimbing penelitian ini, teman-teman kelompok studi Herpetologi, pihak pengelola Coban Putri dan pihak terkait lainnya dapat dituliskan pada bagian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Das, Indraneil. 2010. *A field guide to the reptiles of South-East Asia*. Bloomsbury Publishing, London.
- Hanifa B.F., Ismi N., Setyobudi W., Utami B. 2016. Kajian Keanekaragaman dan Kemelimpahan Ordo Anura sebagai Indikator Lingkungan pada Tempat Wisata di Karesidenan Kediri. *Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek*.
- Hapsari R.T.Y., Djauhari S. & Cholil A. 2014. Keanekaragaman Jamur Endofit Akar Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.) pada Lahan Pertanian Organik dan Konvensional. *Jurnal HPT*. Vol 2(1):1-10
- Heyer dkk. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Hilwan I., Mulyana D. dan Pananjung W.G. 2013. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bawah pada Tegakan Sengon Buto (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb.) dan Trembesi (*Samanea saman* Merr.) di Lahan Pasca Tambang Batubara PT Kitadin, Embalut, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Jurnal Sulvikultur Tropika*. Vol. 04 No. 01 April 2013, Hal. 6 – 10.
- Iskandar DT, Setyanto DY & Liswanto D. 1998. *Keanekaragaman Herpetofauna di Taman Nasional Bentuang Karimun, Kalimantan Barat*. Prosiding: RPTN Bentuang Karimun 2000-2004.
- Iskandar, D.T., 1998. *Amfibi Jawa dan Bali: Seri Panduan Lapangan*. Cetakan pertama, Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor.
- Izza Q., Kurniawan N . 2014. Eksplorasi Jenis-Jenis Amfibi di Kawasan OWA Cagar dan Air Terjun Watu Ondo, Gunung Welirang, TAHURA R.Soerjo. *Jurnal Biotropika*. Vol. 2(2):103-108.
- Krebs, C.J. 1978. *Ecological Methodology*. Harper and Row Publisher. New York.
- Kurniati, H., 2003. Amphibians and reptiles of Gunung Halimun National Park, West Java, Indonesia. *Research Center for Biology-LIPI, Cibinong*.
- Kusrini M.D. 2013. *Panduan Bergambar Identifikasi Amfibi Jawa Barat*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Kusrini MD. 2008. *Pedoman Penelitian dan Survey Amfibi di Alam*. Bogor (ID): Fakultas Kehutanan IPB.

- Mumpuni, 2001. Keanekaragaman Herpetofauna di Taman Nasional Gunung Halimun, Jawa Barat. *Berita Biologi*. Vol 5(6):711-720.
- Pemerintah Kota Batu. 2013. Geografis Wilayah Batu. <http://www.website.batukota.go.id>, diakses pada tanggal 5 Agustus 2018.
- Qurniawan T.F., Eprilurahman R. 2012. Keanekaragaman Jenis Herpetofauna di Kawasan Ekowisata Goa Kiskendo, Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Biota*. Vol. 17(2): 78-84.
- Qurniawan T.F., Eprilurahman R., Hilmy M.F., 2009. Studi Keanekaragaman Reptil dan Amfibi di Kawasan Ekowisata Linggo Asri, Pekalongan, Provinsi Jawa Tengah. *Journal of Biological Researches*. Vol 15(1): 93-97.
- Sutoyo. 2010. Keanekaragaman Hayati Indonesia. Suatu Tinjauan: Masalah dan Pemecahannya. *Buana Sains*. 10 (2): 101-106
- Van Kampen, P.N, 1923. *The Amphibia of the Indo-Australian Archipelago*. E. J. Brill Ltd, Leiden.
- Yudha D.S., Eprilurahman R., Muhtianda I.A., Ekarini D.F, Ningsih O.C. 2015. Keanekaragaman Spesies Amfibi dan Reptil di Kawasan Suaka Marga Satwa Sermo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal MIPA*. Vol 38(1): 8-13.

Studi Ragam Morfometri Musang (*Paradoxurus hermaphroditus*, Pallas 1777) Asal Nusa Tenggara Barat Sebagai Basis Data Identifikasi Variasi Genetik

Aris Winaya^{1*}, Maria Jose Izquierdo Rico², Manuel Avilez³, Sri Wahyuningsih¹, dan Tedjo Budi Wijono¹

¹ Progran Studi Peternakan, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Kampus III Jl. Raya Tlogomas No.246, Malang, Jawa Timur 65144

² Departemen of Cell Biology and Histology, School of Medicine, University of Murcia, Murcia, Spain

*E-mail : winaya@umm.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keragaman Musang (*Paradoxurus hermaphroditus*) asal Nusa Tenggara Barat (NTB) yang diwakili dari daerah Lombok, Sumbawa dan Bima. Jumlah sampel hewan sebanyak 28 ekor. Karakteristik morfologi yang diobservasi meliputi sifat kualitatif dan kuantitatif. Sifat kualitatif meliputi warna rambut, sedangkan sifat kuantitatif merupakan ukuran-ukuran morfologi dari tubuh Musang. Sifat kualitatif dianalisis menggunakan rumus frekuensi relatif. Data ukuran tubuh dihitung nilai rata-rata (\bar{X}), simpangan baku (SB), dan koefisien keragaman (% KK). Analisis fungsi diskriminan digunakan pendekatan jarak Mahalanobis untuk menentukan jarak genetik dan mendapatkan pohon dendogram. Jarak genetik terdekat adalah antara Musang Bima dan Sumbawa, yaitu sebesar 4,457, sedangkan jarak genetik terjauh adalah antara Musang dari Sumbawa dan Lombok, yaitu sebesar 9,437. Warna rambut Musang NTB bervariasi dari hitam pekat, hitam keabu-abuan dan pirang kecoklatan dari sampel sejumlah 28 ekor sampel. Koefisien keragaman Musang dari Bima (39,55%) adalah yang tertinggi dan Lombok memiliki koefisien keragaman terendah (9,28%). Hasil analisis struktur kanonikal, ukuran tubuh yang dapat digunakan sebagai peubah pembeda kelompok adalah berat badan (0,948%) dan lebar kepala (0,507) pada kanonikal 2, serta tinggi kepala (0,922%) dan lingkaran dada (0,224%) pada kanonikal 1.

Kata kunci:

Mahalanobis, morfometri, NTB, *Paradoxurus hermaphroditus*, variasi genetik

PENDAHULUAN

Musang (*Paradoxurus hermaphroditus*, Pallas 1777) dikenal juga dengan sebutan *toddy cat* atau *Asian palm civet* merupakan salah satu anggota Famili *Viverridae* asli Asia Selatan dan Asia Tenggara. *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) memasukkan spesies ini dalam daftar *least concern* (Duckworth *et.al.*, 2008) yang berarti statusnya belum menjadi perhatian karena populasinya dianggap masih banyak dan aman dari kepunahan. Musang merupakan mamalia yang aktif pada malam hari (*nocturnal*). Mudah ditemukan di atas pohon secara soliter. Cekungan pohon menjadi tempat berlindung hewan ini, termasuk celah-celah batu, atau daun

yang lebat. Musang dapat hidup di semak-semak, hutan sekunder, perkebunan, maupun pemukiman manusia. Hewan omnivora ini mampu memakan pula buah-buahan (kopi, mangga, pisang, pepaya, atau buah pohon kayu Afrika) dan daging (serangga, moluska, cacing tanah, kadal dan tikus). Musang dapat bereproduksi sepanjang tahun dengan rata-rata melahirkan 2 – 4 ekor anak per tahun. Anak diasuh oleh induk betina. Anak yang telah lahir diletakkan di dalam lubang pohon atau goa.

Musang termasuk ke dalam famili *Viverridae*, akan tetapi tidak termasuk ke dalam golongan karnivora sejati. Berbeda dengan keluarga kucing yang merupakan karnivora sejati, struktur gigi musang tidak dirancang sebagai pemangsa yang harus memakan daging sebagai pakan utamanya (Jothish 2011). Musang lebih tepat disebut *frugivora* dari pada *karnivora* dalam batasan perilaku makannya, yaitu akan memilih buah sebagai pakan utamanya selama 6 jenis buah masih tersedia dan akan beralih memangsa vertebrata kecil, reptil, ataupun serangga disaat terjadi kelangkaan buah-buahan (Mudappa *et al.*, 2010).

Musang Rinjani (*Paradoxurus hermaphroditus rindjanicus*, Mertens 1929) merupakan hewan menyusui (Mamalia) yang termasuk dalam suku Musang dan Garangan (*Viverridae*), dan merupakan salah satu species dari tiga species *Carnivora* yang ada di Pulau Lombok. Sedangkan lainnya adalah Musang Rase (*Viverricula indica baliensis*) dan Kucing Hutan (*Felis bengalensis*). Musang Rinjani atau *Ujat* (bahasa lokal Sasak) termasuk sub species dari Musang (*Paradoxurus hermaphroditus*) endemik Pulau Lombok, khususnya kawasan Gunung Rinjani (Kitchener *et al.*, 2002).

Telah dikenal bahwa hewan Musang atau masyarakat Jawa menyebut dengan *Luwak*, dikenal sebagai hewan yang mampu mengolah biji kopi secara alami dengan kualitas tinggi. Hewan ini mampu memilih dengan baik dan mengkonsumsi buah kopi yang sudah masak dan kemudian biji kopi yang ikut tertelan akan mengalami proses fermentasi oleh mikroorganisme yang ada di dalam saluran pencernaan dan dikeluarkan kembali bersama feses (kotoran). Biji kopi yang dihasilkan dari hasil fermentasi tersebut ternyata setelah diproses menjadi kopi memiliki aroma dan rasa yang spesifik sehingga digemari oleh masyarakat. Hingga saat ini kopi Luwak sangat populer hingga ke mancanegara bahkan menjadi salah satu komoditas kopi termahal di dunia.

Akan tetapi, di wilayah NTB masyarakat yang melakukan usaha produksi kopi Luwak ini masih terbatas. Masih terbatasnya penangkaran Musang menjadi salah satu penyebab masih terbatasnya produksi kopi Luwak di wilayah ini. Proses penangkapan yang masih sangat manual dan Musang merupakan hewan yang bertaring menjadi salah satu alasan kurangnya minat masyarakat NTB dalam memelihara Musang. Jika penangkaran Musang yang memproduksi kopi Luwak semakin meningkat, maka penghasilan dan perputaran ekonomi di daerah tersebut diperkirakan akan meningkat pula, mengingat harga kopi Luwak hingga saat ini masih sangat mahal.

Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui ragam morfometri Musang (*Paradoxurus hermaphroditus*) di wilayah NTB sebagai dasar dalam mengidentifikasi variasi genetik Musang asal NTB. Dari data ragam morfometri hasil penelitian juga dapat digunakan untuk mengetahui hubungan kekerabatan antara Musang (*Paradoxurus hermaphroditus*) dari daerah Lombok, Bima dan Sumbawa. Sehingga data yang diperoleh dapat dimanfaatkan pula untuk mendukung informasi yang ada maupun menambah data sebagai pelengkap yang sudah ada sebelumnya.

METODE

a. Materi dan Prosedur

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah hewan Musang (*Paradoxurus hermaphroditus*) sebanyak 28 ekor dengan bobot badan rata-rata 1,5 sampai 3 kilogram. Sampel merupakan hewan hasil tangkapan dan yang dipelihara oleh masyarakat. Lokasi sampel di Provinsi Nusa Tenggara Barat, dengan 3 (tiga) daerah sampel yang meliputi Kabupaten Bima di Taman Nasional Gunung Tambora, Pulau Sumbawa dan Pulau Lombok di Taman Nasional Gunung Rinjani (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Propinsi Nusa Tenggara Barat dan tanda panah adalah area sampel hewan Musang (Lombok, Sumbawa dan Bima)

b. Analisis Data

Data kuantitatif berupa ukuran-ukuran morfologi tubuh Musang dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin dan lokasi. Data yang telah dikelompokkan dianalisis menggunakan prosedur statistik deskriptif yang ditunjukkan untuk memperoleh karakterisasi bobot badan dan ukuran-ukuran tubuh Musang. Analisis data ini dilakukan dengan menghitung nilai rerata (\bar{X}), simpangan baku (S) dan koefisien keragaman (KK) setiap peubah pada Musang dengan prosedur statistik menurut petunjuk Steel & Torrie (1995).

Untuk menentukan jarak genetik berdasarkan variabel morfometri maka digunakan fungsi diskriman dengan pendekatan jarak Mahalanobis sebagai ukuran jarak kuadrat genetik minimum menurut petunjuk Nei (1987) dengan formulasi sebagai berikut :

$$D^2_{(i,j)} = (\bar{X}_i - \bar{X}_j)C^{-1}(\bar{X}_i - \bar{X}_j)$$

- Keterangan:
- $D^2_{(i,j)}$ = nilai statistik Mahalanobis sebagai ukuran jarak kuadrat genetik antar kelompok Musang ke- i dan kelompok Musang ke- j
 - C^{-1} = kebalikan matrik gabungan ragam peragam antar peubah; vektor nilai rerata pengamatan dari kelompok Musang ke- i
 - X_i = pada masing-masing peubah kuantitatif;

X_j = vektor nilai rerata pengamatan dari kelompok Musang ke-j pada masing-masing peubah kuantitatif.

Analisis jarak Mahalanobis dilakukan dengan menggunakan paket program statistik SPSS versi 21 dengan menggunakan *Proc Discriminant*. Dari hasil perhitungan jarak kuadrat tersebut, kemudian dilakukan pengakaran terhadap hasil kuadrat jarak, agar jarak genetik yang didapat bukan dalam bentuk kuadrat. Hasil pengakaran dianalisis lebih lanjut dengan *proc.cluster* hierarki yang ada di SPSS versi 21.

Analisis kanonikal digunakan untuk menentukan gambaran kanonikal dari kelompok Musang, nilai kesamaan dan nilai campuran di dalam maupun di antara kelompok Musang (Herera *et al.* 1996). Analisis ini juga dipakai untuk menentukan beberapa peubah dari ukuran fenotipik yang memiliki pengaruh kuat terhadap penyebab pengelompokan Musang (pembeda bangsa). Analisis data dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kondisi Iklim dan Habitat Musang

Kepulauan Nusa Tenggara Barat (NTB), bersama-sama dengan Bali dan Nusa Tenggara Timur, dikenal pula dengan sebutan Kepulauan Sunda Kecil. Provinsi Nusa Tenggara Barat terletak di sebelah timur pulau Bali. Wilayah NTB terdiri dari beberapa pulau besar dan pulau kecil. Ada 2 pulau utama di Provinsi NTB ini, yaitu Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa. Pulau Lombok lebih kecil dari Pulau Sumbawa. Namun pusat pemerintahan Provinsi NTB terletak di Lombok, yakni Kota Mataram sebagai ibu kota provinsi. Jumlah penduduk NTB lebih banyak bertempat tinggal di Pulau Lombok dibandingkan dengan pulau Sumbawa yang lebih luas wilayahnya.

Provinsi NTB memiliki luas wilayah seluas 18.572,32 km², terdiri dari 8 Kabupaten dan 2 Kota. Kabupaten Sumbawa, Dompu, Bima, dan Kota Bima terletak di Pulau Sumbawa, sedangkan kabupaten dan kota lainnya ada di Pulau Lombok. Pulau Lombok dan Sumbawa dipisahkan oleh laut yang disebut dengan Selat Alas. Adapun posisi geografis Provinsi NTB terletak antara 115°45' - 119°10' BT dan antara 8°5' - 9°5' LS. Wilayahnya di utara berbatasan dengan Laut Jawa, di selatan dengan Samudera Hindia, di timur dengan Selat Sepadan di barat dengan Selat Lombok. Selat Lombok adalah selat atau laut yang memisahkan Pulau Lombok dan Pulau Bali.

Habitat Musang bisa dijumpai mulai dari hutan primer di ketinggian 2000-2400 meter di atas permukaan laut (dpl) hingga hutan sekunder dan sekitar perkebunan. Musang termasuk hewan yang bersifat soliter dengan berbagai gaya hidup dan adaptasi, sebagai contohnya mereka sangat pandai memanjat pohon untuk mencari makan (Aroon *et al.*, 2009, Borah & Karabi 2011). Pada beberapa lokasi yang terdapat pohon aren, dapat dipastikan terdapat Musang yang hidup di lokasi tersebut. Hal ini dikarenakan Musang sangat menyukai buah aren (Panggabean, 2011). Selain itu, Musang juga bersifat arboreal, yaitu sebagian besar hidupnya dihabiskan di atas pohon, terutama pada pohon tertinggi dan terbesar sebagai tempat hidupnya. Akan tetapi, mereka juga dapat beradaptasi dan mencari makan di permukaan tanah (Jothish, 2011). Walaupun Musang berhabitat asli di hutan, mereka kerap ditemui di sekitar pemukiman manusia (Aroon *et al.*, 2009). Musang sesekali ditemukan pula di sekitar lingkungan permukiman, khususnya lingkungan rumah yang masih terdapat banyak pepohonan (Panggabean, 2011).

Untuk Musang Rinjani (*Paradoxurus hermaphroditus rinjanicus*, Mertens 1929) atau *Ujat* (bahasa lokal Sasak) termasuk sub spesies dari Musang Asia (*Paradoxurus hermaphroditus*) merupakan endemik Pulau Lombok, khususnya kawasan Gunung Rinjani (Kitchener *et al.*, 2002). Musang atau Luwak oleh salah satu daerah di Nusa Tenggara Barat juga telah dimanfaatkan untuk menghasilkan kopi Luwak. Daerah Sembalu misalnya, salah satu daerah yang memanfaatkan Musang atau *Ujat* untuk memproduksi biji kopi Luwak.

Musang Rinjani lebih sering dijumpai di kawasan-kawasan dekat pemukiman penduduk dibandingkan kawasan hutan. Sehingga Musang sering dianggap hama oleh penduduk sekitar kawasan hutan, karena sasaran untuk makannya adalah ayam ternak milik penduduk dan buah-buahan di ladang perkebunan, akibatnya penduduk memburu satwa ini untuk dibunuh (BTNGR, 2009). Oleh karena itu, ancaman terhadap populasi Musang Rinjani ini dapat berbeda-beda tergantung fungsi kawasan tersebut. Kemungkinan terbesar kejadian ancaman adalah di kawasan hutan produksi yang berbatasan langsung dengan kawasan pemukiman atau perkebunan masyarakat, sehingga kawasan hutan TNGR sebagai kawasan konservasi merupakan benteng terakhir bagi perlindungan satwa Musang ini. Terdapat sekitar 53 spesies mamalia endemik Pulau Lombok dan sebagian besar bertahan di kawasan TNGR, termasuk Musang Rinjani (BTNGR, 1997; BTNGR, 2009).

b. Variabel Morfometri Pada Musang Rinjani

Variasi genetik pada individu dapat pula ditentukan dari analisis variasi morfometrinya. Variabel morfometri dapat diperoleh dari nilai-nilai variabel kuantitatif maupun kualitatif yang ditetapkan. Pada penelitian ini variabel kuantitatif meliputi ukuran-ukuran tubuh hewan Musang, sedangkan variabel kualitatif diobservasi dari warna bulu Musang. Penanda morfologi (fenotipik) merupakan penanda yang telah banyak digunakan, baik dalam program genetika dasar maupun dalam program praktis pemuliaan, karena penanda ini paling mudah untuk diamati dan dibedakan. Pengukuran parameter tubuh biasa digunakan untuk menduga asal usul rumpun ternak. Ukuran-ukuran tubuh sangat berguna untuk menentukan asal usul dan hubungan filogenetik antar spesies, rumpun dan tipe ternak yang berbeda (Simianer, 2006).

Dari hasil penelitian untuk sifat kualitatif Musang NTB yang didasarkan pada warna rambut Musang, maka variasi warna rambut pada tubuh Musang NTB yang diperoleh dari beberapa daerah sampel penelitian dengan jumlah sampel sebanyak 28 ekor adalah seperti yang ditampilkan pada Gambar 2, 3, dan 4. Warna bulu adalah hitam pekat, hitam keabuan dan pirang kecolatan. Variasi warna rambut merupakan hasil efek kerjasama beberapa lokus gen A, B, C, D, dan E. Alel pada lokus D bertanggung jawab terhadap efek diilusi (pelunturan) pada warna asli individu (Olson, 1999). Seperti pada Gambar 2, warna rambut hitam pekat diduga karena susunan alel gen yang sama. Warna rambut hitam pada Musang diduga diatur oleh gen B yang muncul dalam keadaan homosisot resesif (bb) dan bersifat epistasis terhadap gen A yang muncul dalam keadaan homosisot resesif (aa), serta menutupi ekspresi gen lain dalam keadaan heterosisot. Frekuensi alel yang mengendalikan variasi pada suatu populasi dapat diduga melalui morfogenetik. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi nilai frekuensi alel diantaranya kawin acak, migrasi, mutasi, seleksi alam, efek kombinasi, serta hanyutan gen.

Dalam sekelompok individu yang menempati suatu lokasi tertentu, terdapat keragaman gen-gen tersebut dan dapat dihitung berdasarkan nilai heterosisotas (h) dan heterosisotas rata-rata (\hat{H}). Bentuk wilayah yang berupa pulau kecil dapat memberikan potensi rendahnya nilai

keanekaragaman. Rendahnya nilai keanekaragaman dapat membahayakan keberlangsungan suatu populasi di wilayah tersebut.



Gambar 2. Musang NTB Warna Hitam Pekat



Gambar 3. Musang NTB Warna Hitam Keabuan



Gambar 4. Musang NTB Warna Pirang Kecoklatan

Variasi warna rambut Musang NTB yang telah ditemukan kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis frekuensi relatif untuk mengetahui seberapa besar sebaran variasi warna tersebut kedalam masing-masing sub populasi seperti yang tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Frekuensi Warna Rambut Musang NTB

Warna Rambut Musang	Lokasi Pengambilan Sample			Total Komulatif			
	Bima	Sumbawa	Lombok				
Jumlah sample (ekor)	Jumlah warna (Ekor)	Jumlah warna (Ekor)	Jumlah warna (Ekor)	28			
Hitam Pekat (%)	6	75	3	50	7	50	57,10
Hitam Keabuan (%)	2	25	2	33,33	6	42,86	35,70
Pirang kecoklatan (%)	0	0,00	1	16,67	1	7,14	7,10
Total	8	6	14	100			

Hasil analisis frekuensi relatif pada warna rambut Musang NTB (Tabel 1) menunjukkan bahwa dari 28 ekor sampel Musang NTB diperoleh frekuensi warna rambut hitam pekat dari 3 daerah sampel (Kabupaten dan Kota Bima, Sumbawa dan Lombok) sebanyak 16 ekor (57,14%); kemudian warna rambut hitam keabuan sebanyak 10 ekor (35,71%); sedangkan warna rambut pirang kecoklatan hanya ditemukan 2 ekor (7,14 %) dan warna ini ditemukan di dua daerah saja, yaitu Sumbawa dan Lombok. Sehingga, frekuensi warna rambut Musang NTB yang tertinggi dari tiga daerah penelitian adalah warna hitam pekat. Dari ketiga lokasi penelitian tersebut yang paling sedikit ditemukan adalah warna pirang kecoklatan. Menurut Kitchener *et al.*, (2002) bahwa Musang Rinjani pada bagian kepala sampai dengan ekor berwarna sangat gelap bahkan mendekati hitam.

Untuk variabel kuantitatif, maka pada Tabel 2 ditampilkan bagian-bagian tubuh Musang NTB yang diukur sebagai dasar untuk penentuan variabel kuantitatif.

Tabel 2. Rerata, Simpangan Baku dan Koefisien Keragaman Baku Ukuran Tubuh Musang NTB Antar Kelompok Lokasi.

Ukuran Tubuh (cm)	Kelompok Lokasi		
	Bima	Sumbawa	Lombok
	X±SB (%KK)	X±SB (%KK)	X±SB (%KK)
Jumlah Sampel (ekor)	8	6	14
Berat Badan (Kg)	0,407 ^a ±1,152	0,108 ^a ±0,264	0,180 ^a ±0,673
	39,55	13,09	19,66
PK	0,378 ^a ±1,069	0,577 ^{ab} ±1,414	1,01 ^b ±3,79
	10,69	12,86	27,46
LK	0,327 ^a ±0,926	0,577 ^{ab} ±1,414	0,487 ^b ±1,823
	12,34	15,71	18,91
TK	0,732 ^a ±2,070	0,422 ^a ±1,033	0,221 ^b ±0,829
	18,00	12,39	9,28
PB	2,35 ^a ±6,65	1,89 ^{ab} ±4,63	1,54 ^b ±5,77
	18,34	15,11	15,57
PE	3,03 ^a ±8,58	2,43 ^{ab} ±5,96	1,58 ^b ±5,92
	21,92	18,33	14,66
PT	2,14 ^a ±6,04	2,12 ^b ±5,20	12,12 ^b ±7,59
	12,02	12,19	15,69
LD	1,36 ^a ±3,83	1,38 ^a ±3,39	1,49 ^a ±5,57
	12,83	11,95	18,06
PKD	0,666 ^a ±1,885	1,03 ^a ±2,53	0,401 ^a ±1,499
	17,33	23,00	13,20
PKB	0,653 ^a ±1,847	0,365 ^a ±0,894	0,509 ^a ±1,906
	19,70	9,94	19,76
LPE	0,648 ^a ±1,832	0,601 ^{ab} ±1,472	0,327 ^b ±1,222
	13,83	11,47	8,47

Keterangan: X: Rerata, SB: Simpangan Baku, KK: Koefisien Keragaman

Musang NTB asal Lombok memiliki keragaman ukuran morfologi terendah (9,28-27,46%) diantara populasi lainnya. Hal ini diduga akibat hampir semua sampel Musang pada populasi ini diperoleh dari tempat yang berdekatan di sekitar wilayah kaki gunung Rinjani, baik hasil tangkapan maupun yang dipelihara masyarakat. Pakan yang diberikan untuk Musang biasanya berupa buah-buahan seperti pepaya, pisang dan semangka. Namun, nasi dan kepala ayam juga disukai oleh Musang. Sebagaimana dinyatakan oleh Dudi (2012), bahwa pengaruh lingkungan dan manajemen pemeliharaan yang relatif sama dapat pula menyebabkan keragamannya rendah.

Sedangkan keragaman ukuran-ukuran tubuh Musang NTB tertinggi terdapat pada populasi Bima (39,55-10,69%). Nilai keragaman yang tinggi diduga disebabkan oleh jenis tempat pengambilan Musang NTB yang bervariasi, mulai dari penangkaran kopi Luwak, kebun binatang, Pecinta Musang, pengepul serta masyarakat biasa. Semakin beragam tempat pengambilan sampel di daerah ini membuat kondisi lingkungan dan manajemen pemeliharaan pun juga cukup beragam.

Keragaman ukuran-ukuran tubuh Musang NTB secara umum terlihat jelas pada lebar kepala, panjang badan, panjang tubuh, lingkaran dada, panjang kaki belakang dan panjang kaki depan. Perbedaan rata-rata ukuran-ukuran tubuh Musang NTB antar populasi ini diduga disebabkan oleh genotip dan kondisi lingkungan pengambilan sampel yang berbeda, seperti dinyatakan oleh Hardjosubroto (2001) bahwa, penampilan sifat kuantitatif dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, serta kadangkala ditemukan pengaruh interaksi genetik dan lingkungan. Sedangkan menurut Gunawan & Sumantri (2008), selain faktor genetik, ukuran-ukuran tubuh dapat dipengaruhi oleh manajemen pemeliharaan hewan yang berbeda-beda.

C. Uji Kanonika dan Hubungan Genetik Musang Nusa Tenggara Barat

Berdasarkan hasil analisis total struktur kanonikal seperti tersaji pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa peubah-peubah ukuran tubuh yang memberikan pengaruh kuat untuk membedakan Musang NTB antar sub populasi adalah tinggi kepala (0,922) pada kanonik 1 dan berat badan (0,948) pada kanonik 2.

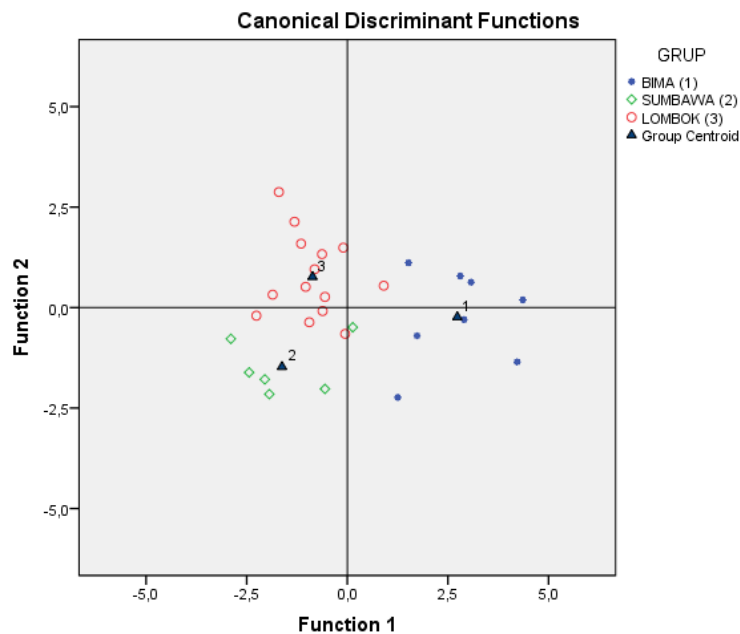
Tabel 3. Total Struktur Kanonikal Ukuran-Ukuran Tubuh Musang NTB

Ukuran-Ukuran Tubuh	CAN1	CAN2
Berat Badan	0.451	0.948
Panjang Kepala	-0.589	0.326
Lebar Kepala	-0.961	0.507
Tinggi Kepala	0.922	0.143
Panjang Badan	0.612	0.118
Panjang Ekor	-0.088	0.209
Panjang Tubuh	-0.016	0.461

Ukuran-Ukuran Tubuh	CAN1	CAN2
Lingkar Dada	0.224	-0.436
Panjang Kaki Depan	-0.119	-0.072
Panjang Kaki Belakang	-0.303	-0.533
Lebar Pangkal Ekor	-0.038	-0.470

Selain itu dapat dilihat bahwa peubah panjang kepala, panjang ekor, panjang tubuh, panjang kaki depan, panjang kaki belakang dan lebar pangkal ekor kurang dapat digunakan sebagai peubah pembeda Musang NTB berdasarkan populasi. Dugaan tersebut didasari dari hasil analisis terhadap total struktur kanonik dengan memberikan angka negatif pada kanonikal 1 dan 2. Semakin rendah angka yang diperoleh dari hasil analisis total struktur kanonik, semakin tidak dapat digunakan sebagai peubah pembeda kelompok Musang Nusa Tenggara Barat tersebut.

Penyebaran Musang NTB pada setiap populasi menurut ukuran fenotipik beberapa bagian (Gambar 4) menunjukkan bahwa Musang NTB populasi Bima merupakan kelompok yang dominan berada di kuadran I dan IV, disebelah kanan garis koordinat dan cukup jauh terpisah dibandingkan dengan kelompok yang lain. Musang NTB populasi Sumbawa dominan berada di kuadran II dan hanya sebagian kecil yang menyebar di kuadran IV. Sedangkan Musang NTB populasi Lombok dominan berada di atas garis koordinat dan menyebar ke kuadran I, II dan IV.



Gambar 4. Penyebaran Musang NTB Berdasarkan Morfometrik Tubuh

Peta penyebaran Musang NTB tersebut menunjukkan bahwa sebaran kelompok Musang NTB antar ketiga populasi secara fenotipik menggambarkan masing-masing populasi memiliki karakteristik tubuh yang berhimpitan. Titik penyebaran yang bercampur menunjukkan bahwa

ukuran tubuh diantara dua kelompok tersebut populasi Lombok dengan populasi Sumbawa memiliki ukuran tubuh yang dekat. Sedangkan Musang NTB populasi Bima tidak memiliki ukuran tubuh yang berdekatan dengan kelompok Musang populasi Sumbawa dan Lombok. Tingkat himpitan kelompok menurut Sumantri *et al.*, (2006) menunjukkan tingkat kesamaan ukuran fenotipik.

Tabel 4 menunjukkan bahwa jarak genetik Musang NTB populasi Bima memiliki jarak genetik cukup jauh dengan 2 populasi lain dengan nilai berkisar antara 4,457 sampai 8,893. Hal ini diduga disebabkan oleh wilayah Bima yang berada di ujung timur NTB yang cukup jauh dari kedua populasi lain, sehingga sangat kecil kemungkinan Musang dari wilayah Bima berpindah atau masuk ke populasi yang lain.

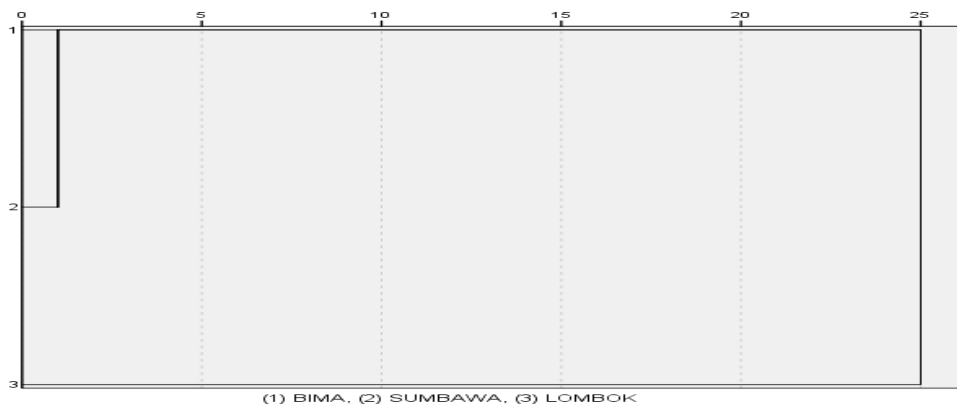
Jarak genetik terdekat diperlihatkan antara Musang NTB populasi Bima dan Sumbawa yaitu sebesar 4,457. Kondisi tersebut juga diduga dipengaruhi oleh kemampuan penyebaran hewan karena lokasi yang cukup berdekatan sehingga memungkinkan Musang untuk berpindah tempat. Juga berdasarkan informasi yang diperoleh di lokasi penelitian bahwa rata-rata Musang NTB populasi Sumbawa introduksi dari Kabupaten Bima.

Jarak genetik terjauh yaitu Pada Musang NTB populasi Sumbawa dengan populasi Lombok dengan nilai sebesar 9,437. Hal ini dipengaruhi oleh wilayah pegunungan Sumbawa dengan Lombok sangat jauh. Kedua daerah tersebut dibatasi juga oleh masing-masing pulau, yaitu pulau Sumbawa dan pulau Lombok sehingga tidak memungkinkan Musang berpindah kecuali dilakukan pemburuan yang kemudian dilakukan pengiriman Musang dari Sumbawa ke Lombok oleh pedagang.

Tabel 4. Matrik Jarak Genetik Musang NTB Antar Populasi

Populasi	Populasi		
	Bima	Sumbawa	Lombok
Bima	0		
Sumbawa	4,457	0	
Lombok	8,893	9,437	0

Perhitungan nilai matrik jarak genetik Musang NTB antar populasi tersebut selanjutnya digunakan untuk membuat dendogram seperti tertera pada Gambar 5.



Gambar 5. Dendogram Musang NTB Antar Populasi Wilayah Penelitian

Dari dendrogram pada Gambar 5 menunjukkan bahwa Musang NTB pada tiga populasi penelitian terbagi ke dalam tiga kluster. Kluster pertama adalah Musang populasi Bima dan Sumbawa, kluster kedua adalah Bima dengan Lombok dan kluster ketiga adalah antara populasi Bima, Sumbawa dan Lombok. Dendrogram tersebut mempertegas nilai matrik genetik sebelumnya, sehingga dapat menjelaskan lebih detail jarak genetik antar populasi Musang hasil penelitian.

SIMPULAN

Keragaman morfometri Musang NTB secara umum dapat ditunjukkan berdasarkan perbedaan variabel kualitatif dan kuantitatif. Perbedaan kualitatif berdasarkan warna rambut yang terdapat pada tubuh hewan maupun pola warna tertentu. Pada Musang NTB terdapat 3 pola warna yang ada di populasi, namun dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ciri khas Musang dari NTB adalah yang berwarna hitam penuh (solid) sehingga dianggap sub spesies tersendiri dengan nama ilmiah *Paradoxurus hermaphroditus rinjanicus*. Kemudian berdasarkan variabel kuantitatif maka ukuran morfologi tubuh Musang NTB dari populasi Bima memiliki koefisien keragaman tertinggi dibandingkan populasi yang lain.

Hubungan kekerabatan antara Musang NTB populasi dari Bima dengan Sumbawa memiliki hubungan kekerabatan terdekat, dan jarak genetik yang terjauh adalah antara populasi Sumbawa dan Lombok. Berdasarkan analisis kanonikal maka karakter morfologi yang menjadi pembeda antar sub populasi adalah tinggi kepala dan berat badan.

Khusus untuk memanfaatkan hewan Musang sebagai penghasil kopi Luwak, maka perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam tentang kemampuan Musang dalam rekayasa biproses kopi Luwak, karena masyarakat di NTB masih sangat jarang memanfaatkan potensi Musang untuk usaha kopi Luwak.

Riset yang berbasis data molekuler juga sangat diperlukan dalam upaya untuk lebih menjellaskan tentang struktur genetik maupun fungsi gen-gen yang dimiliki oleh hewan Musang, sehingga fungsi hewan Musang dapat lebih maksimal dan juga upaya strategi konservasinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kemenristekdikti RI atas dukungan dana yang diberikan melalui Program Penelitian Kerjasama Luar Negeri Tahun Anggaran 2018, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan. Demikian pula ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Malang atas diijinkannya tim peneliti untuk melakukan kegiatan penelitian ini sehingga berjalan dengan lancar. Ucapan terima kasih kepada para pendukung kegiatan ini, terutama Sri Wahyuningsih, Dwi Prasetyo dan Rukmini atas bantuannya dalam kegiatan di lapang maupun di laboratorium. Demikian pula kepada masyarakat penangkar Musang maupun komunitas pecinta Musang serta pihak-pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, kami sampaikan terima kasih yang tak terhingga atas bantuannya dalam pemberian informasi maupun sampel hewannya untuk digunakan sebagai sampel.

DAFTAR RUJUKAN

- Aroon S, Artchawakom T, Hill JG, Kupittayanant S, & Thanee N. 2009. Ectoparasites of the common palm civet (*Paradoxurus hermaphroditus*) at Sakaerat Environmental Research Station, Thailand. *Suranaree J. Sci. Technol.*, 16 (4), 277-281.
- [BTNGR] Balai Taman Nasional Gunung Rinjani. 1997. *Rencana Pengelolaan Taman Nasional 1998-2023*. Mataram.
- [BTNGR] Balai Taman Nasional Gunung Rinjani. 2009. *Laporan Identifikasi Musang Rinjani (Paradoxurus hermaphroditus rindjanicus) di Kawasan Hutan Resort Sembalun Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wil. II*. Mataram.
- Borah J, & Deka K. 2011. An Observation Of Common Palm Civet *Paradoxurus hermaphroditus* Mating. *Small Carniv Cons.*, 44, 32–33.
- Dudi. 2012. *Karakteristik Fenotipik Dan Sistem Kerbau (Bubalus Bubalis) Sebagai Dasar Penyusunan Program Pemuliaan Peternakan Rakyat Berkelanjutan*. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Duckworth, J.W., Timmins, R.J., Choudhury, A., Chutipong, W., Willcox, D.H.A., Mudappa, D., Rahman, H., Widmann, P., Wilting, A. & Xu, W. 2016. *Paradoxurus hermaphroditus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T41693A45217835. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20161.RLTS.T41693A45217835.en>. Download pada tanggal 12 Desember 2016.
- Hardjosubroto, W. 2001. *Genetika Hewan*. Jogjakarta: Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada.
- Jotish, PS. 2011. Diet of the Common Palm Civet *Paradoxurus hermaphroditus* in a rural habitat in Kerala, India, and its possible role in seed dispersal. *Small Carnivore Conservation*, 45, 14–17.
- Kitchener, D.J., Boeadi, Charlton, L., & Maharadatunkamsi. 2002. *Mamalia Pulau Lombok*. Tyas APE, Ibnu M (Penerjemah) Jakarta : The Gibbon Foundation. Terjemahan Dari : *Wild Mammals Of Lombok Island*.
- Mudappa D, Kumar A, & Chellam R. 2010. Diet and Fruit Choice of The Brown Palm Civet *Paradoxurus jerdoni*, A Viverrid Endemic To The Western Ghats Rainforest, India. *Tropical Conservation Science*, 3, 282-300.
- Nei, M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics*. New York: Columbia University Press.
- Olson, T.A. 1999. *Genetic of Colour Variation*. Dalam : Fries RF & Ruvinsky A (Editor). The Genetic of Cattle. New York: CABI Pub. 33-40.
- Panggabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta (ID): PT. Agromedia Pustaka (1): 118.
- Simianer, H. 2006. *Use Of Molecular Marker And Other Information For Sampling Germ Plasm To Create An Animal Gene Bank*. In: Ruane J, Sonnino A. (Editor). The Role of Biotechnology in Exploring and Protecting Agricultural Genetic Resources. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Steel, R.G.D & Torrie, J.H. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Terjemahan: Bambang Sumantri. Edisi ke-2. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sumantri C, Farajallah A, & Fauzi U. 2006. *Genetic Variation Among Local Sheep In Indonesia Using Microsatelit DNA*. Proceedings of The 4th "ISTAP" Animal Production and Sustainable Agricultural in The Tropic. Yogyakarta, November 8-9 2006. Faculty of Animal Science, Gadjah Mada University. Yogyakarta. 25-32.

Warwick, E.J., Astuti, M & W. Hardjosebroto.1995. *Pemuliaan Ternak*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Produksi Fitohormon Asam Giberelat (GA_3) oleh *Aspergillus* sp. IIRTA Asal Tanah Gambut Riau pada Variasi Waktu Inkubasi dan Agitasi

Atria Martina, Rodesia Mustika Roza, Wahyu Lestari, Julika Syafriani.

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Email: atria..martina@lecturer.unri.ac.id

Abstrak

Asam giberelat (GA_3) merupakan fitohormon yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. GA_3 merupakan komponen dominan dalam kompleks enzim giberelin dan dapat diisolasi dari jamur. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi waktu inkubasi dan agitasi optimum pada *Aspergillus* sp. II RTA asal tanah gambut Riau terhadap produksi GA_3 . Inokulum ditumbuhkan pada medium Czapek Dox Broth (CDB) secara fermentasi bawah permukaan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan perlakuan waktu inkubasi (5, 7, 9 hari) dan pemberian agitasi serta non agitasi. Jumlah GA_3 yang dihasilkan diukur menggunakan spektrofotometri. Kondisi optimum produksi asam giberelat adalah pada kondisi agitasi dengan waktu inkubasi 7 hari yaitu $6,725 \text{ g L}^{-1}$. Produksi asam giberelat berkorelasi negatif dengan pH akhir medium fermentasi.

Kata Kunci:

asam giberelat,
fitohormon,
Aspergillus,
agitasi.

PENDAHULUAN

Asam giberelat (GA_3) adalah salah satu dari kelompok giberelin yang merupakan hormon pertumbuhan. GA_3 berfungsi sebagai zat pengatur tumbuh terutama untuk pemanjangan sel, germinasi biji, pembungaan, meningkatkan ukuran dan pematangan buah (Camara *et al*, 2018; Rangaswamy, 2012). Pemberian GA_3 sebelum panen dapat mengontrol pembusukan buah (Kinay *et al*, 2005) sedangkan pemberian GA_3 pasca panen pada buah berperan dalam memperlambat pematangan dan menunda pemasakan (Baldwin, 2003). Asam giberelat merupakan produk bioteknologi penting dan bernilai tinggi yang banyak diproduksi secara komersial untuk industri pertanian dan hortikultura (Hasan 2002).

Produksi asam giberelat sebagai zat pengatur tumbuh secara industri dapat dihasilkan melalui sintesis kimia (Hook *et al*. 1990) ataupun melalui ekstraksi dari tanaman (Musbakri 1990) namun kedua metode tersebut tidak ekonomis sehingga fermentasi bawah permukaan lebih disukai untuk produksi GA_3 dalam skala besar (Luthra *et al*. 2015) Beberapa mikroorganisme mampu menghasilkan asam giberelat dalam jumlah yang tinggi dan tentunya dengan biaya yang lebih rendah. Kelompok mikroorganisme mampu menghasilkan asam giberelat seperti bakteri dan jamur (Rodrigues *et al.*, 2009). Jamur memiliki potensi yang lebih baik dan lebih aktif dalam menghasilkan asam giberelat baik pada kultur murni maupun berasosiasi dengan tanaman (Agustian *et al*. 2010). Dalam skala industri sebagian besar GA_3 diproduksi oleh jamur *Fusarium fujikuroi* (Sivakumar *et al*. 2010). Beberapa jamur juga memiliki kemampuan memproduksi GA_3 seperti *Paecilomyces formosus* (Luthra *et al.*, 2015),

Diterima:

16 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

10 Desember 2018

Aspergillus niger (Bilkay *et al.*, 2010), *Aspergillus sp.* NPF7 (Pandya *et al.*, 2018). Martina *et al.* (2016) mendapatkan 15 isolat jamur lokal Riau diantaranya *Aspergillus sp.*IIRTA, *Aspergillus fumigatus* KP, *Penicillium* PNE4 yang mampu menghasilkan asam giberelat.

Produksi asam giberelat (GA_3) oleh jamur tergantung pada kondisi pertumbuhannya. Kondisi pertumbuhan yang dibutuhkan jamur dalam menghasilkan GA_3 meliputi beberapa faktor seperti komposisi medium, pH, waktu inkubasi dan ada tidaknya agitasi (Machado *et al.* 2012; Muddapur *et al.* 2015). Waktu inkubasi optimal untuk produksi GA_3 menggunakan *F. moniliforme* adalah pada hari ke-7 (Panchal 2016) sedangkan *F. fujikuroi* SG.2 pada hari ke-9 (Ludhandhi *et al.* 2010). Pemberian agitasi dalam fermentasi lebih meningkatkan hasil produksi asam giberelat, karena agitasi membuat medium homogen dan menyediakan kondisi pertumbuhan yang lebih baik (Bilkay *et al.* 2010). Namun penggunaan agitasi dalam skala industri akan menambah biaya lebih tinggi, karena membutuhkan energi yang lebih besar.

Pada penelitian ini digunakan *Aspergillus sp.*IIRTA bersifat termotoleran yang telah diketahui memiliki kemampuan menghasilkan asam giberelat. Namun waktu inkubasi optimum dan pengaruh agitasi dalam menghasilkan asam giberelat oleh isolat belum diketahui. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menentukan kondisi optimum isolat dalam menghasilkan asam giberelat.

METODE

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan pada penelitian antara lain adalah kultur *Aspergillus sp.*IIRTA koleksi Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau, medium Potato Dextrose Agar (PDA), medium Czapek Dox Broth (CDB), asam giberelat (Sigma), etanol absolut, HCl dan akuades. Peralatan yang digunakan antara lain adalah pipet volume, autoklaf, sentrifus, orbital shaker dan spektrofotometer UV-Visible SHIMADZU UV-1800.

Pemeliharaan kultur dan pembuatan disk kultur

Aspergillus sp. IIRTA asal tanah gambut Riau ditumbuhkan pada medium PDA miring dengan metode streak. Kultur diinkubasi selama 5-7 hari. Kultur dibuat dua seri sebagai stok kultur dan stok kerja. Stok kultur disimpan dalam refrigerator.

Pembuatan disk kultur dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat pada medium PDA di cawan petri selama 7 hari dengan metode totol. Koloni yang tumbuh diambil pada bagian pinggirnya dan dibuat disc berdiameter 6 mm.

Fermentasi untuk produksi GA_3

Sebanyak 4 potongan disc culture diinokulasikan ke dalam erlenmeyer 100 ml yang berisi 50 ml medium CDB. Kultur diinkubasi dengan variasi waktu 5 hari, 7 hari, 9 hari pada suhu ruang yang diagitasi menggunakan orbital shaker dengan kecepatan 150 rpm dan tanpa agitasi. Diakhir masa inkubasi dilakukan pengukuran pH medium fermentasi. Produksi asam giberelat yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer dan dilakukan pembuatan kurva standar.

Ekstraksi dan Analisis Produksi GA_3

Ekstraksi GA₃ dilakukan menggunakan metode menurut Berrios *et al.* (2004), kultur yang telah diinkubasi sesuai perlakuan disentrifugasi pada 10.000 rpm selama 10 menit pada suhu 28°C untuk memperoleh supernatan. Supernatan diambil sebanyak 1 ml dan ditempatkan dalam labu ukur 10 ml lalu ditambahkan etanol absolut sebanyak 1 ml. HCL 3,75 M ditambahkan ke dalam labu ukur hingga mencapai 10 ml dan digoyang selama 10 detik. GA₃ yang dihasilkan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 254 nm. Jumlah produksi GA dikalkulasi berdasarkan kurva standar menggunakan GA₃ standar (Sigma).

Pembuatan Kurva Standar GA₃

Larutan standar dibuat dengan melarutkan 0,5 g GA₃ standar dalam alkohol absolut dan diencerkan hingga 50 ml. Kurva standar dibuat dengan menggunakan larutan standar GA₃ pada konsentrasi 1000 µg/ml, 3000 µg/ml, 5000 µg/ml, 7000 µg/ml dan 9000 µg/ml. Larutan standar diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 254 nm.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh dari hasil 4 ulangan dianalisis secara statistik dengan ANOVA menggunakan SPSS versi 16.0 Data yang diperoleh kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi waktu inkubasi dan agitasi

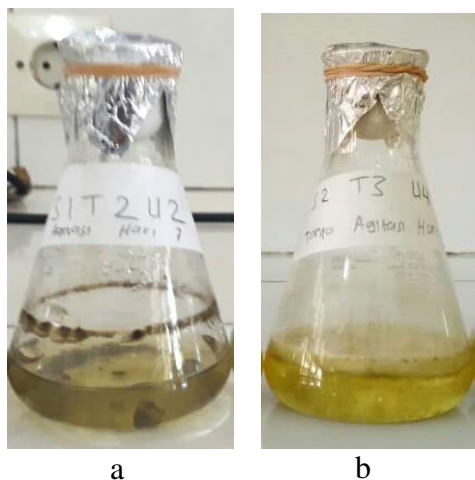
Jamur *Aspergillus* sp.IIRTA isolat lokal Riau dari tanah gambut mampu menghasilkan GA₃ pada medium CDB yang diagitasi. Pengaruh waktu inkubasi dan pemberian agitasi terhadap produksi GA₃ dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi GA₃ (g L⁻¹) oleh *Aspergillus* sp.II RTA pada medium CDB

Perlakuan	Waktu Inkubasi (hari)		
	5	7	9
Agitasi	5,912c ± 0,161	6,725d ± 0,100	5,760c ± 0,068
Tanpa agitasi	5,036b ± 0,139	5,292b ± 0,093	4,291a ± 0,387

Tabel 1 menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara masing-masing perlakuan terhadap produksi GA₃, kecuali pada pemberian agitasi di hari ke-5 dengan hari ke-9. Perlakuan tanpa agitasi hari ke-5 juga menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan tanpa agitasi hari ke-7. Konsentrasi GA₃ tertinggi diperoleh pada kondisi agitasi dengan waktu inkubasi 7 hari yaitu 6,725 mg ml⁻¹, sedangkan pada produksi asam giberelat terendah terdapat pada kondisi tanpa agitasi waktu inkubasi 9 hari yaitu 4,291 mg mL⁻¹. Kultur fermentasi produksi GA oleh isolat dapat dilihat pada Gambar 1. Konsentrasi GA₃ tertinggi pada penelitian ini melebihi hasil yang diperoleh Sleem (2013), yang melaporkan bahwa *F. fujikuroi* hanya menghasilkan asam giberelat pada konsentrasi 0,462 g L⁻¹ di bawah kondisi agitasi dan 0,116 g/L pada kondisi statis. Berdasarkan penelitian Bilkay *et al.* (2010), produksi asam giberelat oleh *Aspergillus niger* pada kondisi agitasi sebanyak 250 mg L⁻¹ sedangkan

pada kondisi statis produksi asam giberelat sebanyak 100 mg L⁻¹. Pandya *et al* (2018) mendapatkan produksi GA₃ sebesar 184.11 µg mL⁻¹ menggunakan *Aspergillus* sp. NPF7.



Gambar 1. Kultur fermentasi *Aspergillus* sp. IIRTA pada medium CDB diberi agitasi. a. Hari ke-7. b. Hari ke-9

Pada penelitian ini, meskipun hasil produksi asam giberelat tanpa diagitasi memiliki konsentrasi terendah (4,291 mg mL⁻¹) namun hasil tersebut tergolong tinggi dibandingkan penelitian lainnya yang diberi agitasi sehingga berpotensi untuk digunakan agar mengurangi biaya operasi. Penggunaan agitasi mudah untuk dilaksanakan, akan tetapi untuk skala industri perlu mendapat perhatian. Hal ini dikarenakan agitasi banyak menyerap biaya operasi untuk energi. Menurut Rodrigues *et al.* (2011) tujuan utama dari agitasi adalah untuk memasok oksigen yang diperlukan mikroorganisme untuk mencapai kegiatan metabolisme yang tepat, menjaga mikroorganisme dalam suspensi, dan mengurangi viskositas sehingga dapat meningkatkan produksi senyawa yang diinginkan. Lale *et al.* (2006) menyatakan produksi asam giberelat akan cenderung lebih rendah pada kondisi statis dibandingkan pada kondisi agitasi. Hal ini dikarenakan jamur memiliki miselium yang dapat menutupi seluruh permukaan media sehingga oksigen tidak dapat masuk dan menyebabkan viskositas berlebihan dalam media fermentasi. Luthra *et al.* (2015) menyatakan biosintesis gibberelin melibatkan banyak tahap oksidatif yang dikatalis oleh sitokrom P450 monooksigenase, dioksigenase dan dehidrogenase. Agitasi yang cukup untuk produksi oksigen merupakan hal yang kritical untuk produksi GA₃. Fermentasi yang diberi agitasi akan memberikan level oksigen yang cukup. Pada penelitiannya produksi GA₃ maksimum oleh *G. fujikuroi* dihasilkan pada kecepatan 240 rpm. Sementara Sleem (2013) menyatakan produksi asam giberelat meningkat dengan meningkatnya kecepatan agitasi sampai kecepatan maksimum 200 rpm (0.462 g/l).

Biosintesis asam giberelat (GA₃) merupakan jalur metabolisme sekunder. Produksi (GA₃) didahului dengan pembentukan antrakuinon, bikaverin dan fusarin C bersamaan dengan GA₃. Diantara metabolit sekunder ini, jumlah bikaverin perlu dibatasi untuk meningkatkan hasil dan produktivitas (GA₃) (Sukhla *et al.*, 2003). Hal ini dapat diatasi dengan cara mengkultivasi isolat jamur pada kondisi yang sesuai. Menurut Shukla *et al.*, (2003) aerasi dengan kecepatan tinggi dapat menurunkan produksi fusarin C sehingga dapat menstimulasi pertumbuhan dan produksi asam giberelat.

Produksi GA₃ oleh *Aspergillus* sp. IIRTA tertinggi diperoleh pada kondisi agitasi hari ke 7. Hal ini diduga karena isolat berada pada fase stasioner. Hasil ini sama dengan penelitian Johnsen dan Codbaugh (1990) yang melaporkan bahwa hari ke-7 adalah waktu inkubasi optimum untuk produksi asam giberelat menggunakan *Gibberella fujikuroi*. Lale *et al.* (2010) menyatakan produksi asam giberelat oleh jamur telah dimulai dari awal fermentasi dengan produksi optimal pada saat mendekati fase akhir pertumbuhan atau selama fase stasioner dan kemudian menurun setelah itu.

pH akhir medium

Pengukuran pH akhir medium dilakukan setelah proses fermentasi selama 5 hari, 7 hari, dan 9 hari inkubasi pada kondisi agitasi dan tanpa agitasi menggunakan medium CDB. pH akhir medium fermentasi produksi GA₃ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. pH akhir medium fermentasi setelah diinkubasi pada kondisi agitasi dan tanpa agitasi

Perlakuan	Waktu Inkubasi (hari)		
	5	7	9
Agitasi	6,27 ^b ± 0,050	6,00 ^a ± 0,082	6,50 ^c ± 0
Tanpa agitasi	6,77 ^e ± 0,050	6,70 ^d ± 0	6,82 ^e ± 0,050

pH akhir medium fermentasi menunjukkan perbedaan yang signifikan antara masing-masing perlakuan, kecuali perlakuan tanpa agitasi hari ke-5 dan tanpa agitasi hari ke-9 yang menunjukkan tidak berbeda nyata, namun perlakuan tanpa agitasi hari ke-9 merupakan perlakuan yang memiliki pH akhir medium tertinggi sedangkan perlakuan waktu inkubasi 7 hari dengan agitasi memiliki adalah pH yang terendah.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa pH akhir medium cenderung mengalami kenaikan. Menurut Raimbault (1998), pH akhir kultur cenderung berubah untuk merespon aktifitas metabolik. Kenaikan pH pada semua perlakuan diduga terjadi karena adanya pembentukan amonia dengan memanfaatkan sumber nitrogen, baik yang terdapat pada sumber nitrogen yang digunakan yaitu sodium nitrat maupun yang berasal dari hasil mekanisme autolisis sel jamur.

Berdasarkan hasil uji korelasi, diketahui bahwa antara pH akhir medium dengan konsentrasi asam giberelat yang dihasilkan memiliki nilai signifikan 0,000. Nilai signifikan yang diperoleh < 0,05, sehingga dapat dinyatakan antara pH akhir medium berkorelasi negatif dengan konsentrasi asam giberelat .

SIMPULAN

Produksi asam giberelat oleh *Aspergillus* sp. IIRTA yang optimum terdapat pada pemberian agitasi dengan waktu inkubasi 7 hari yaitu sebesar 6,725 g L⁻¹. Pada akhir fermentasi terjadi kenaikan pH medium di semua perlakuan. Konsentrasi asam giberelat berkorelasi negatif dengan pH akhir medium fermentasi

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Universitas Riau. Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM Universitas Riau sebagai penyandang dana.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustian, Nuriyani, Maira L, Emalinda O. 2010. Rizobakteria Penghasil Fitohormon IAA pada Rhizosfir Tumbuhan Semak Karamunting, Titonia, dan Tanaman Pangan. *J Solum* 7(1):49-60
- Baldwin E.A. 2003. *Coatings and Other Supplemental Treatments to Maintain Vegetable Quality*. In: Bartz J, Brecht J (Eds), *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. Marcel Dekker. New York. 413-35.
- Berrios J., Illanes A., Aroca G. 2004. Spectrophotometric Method for Determining Gibberellic Acid in Fermentation Broths. *Biotechnology Letters* 26:67-70
- Bilkay I.S, Karakoc S., Aksoz N. 2010. Indole-3-acetic acid and Gibberellic Acid Production in *Aspergillus niger*. *Turkish Journal of Biology* 34:313-318
- Camara M.C., Vandenberghe L.P.S., Rodrigues C., Oliveira J., Faulds C., Bertrand E., Soccol C.R., 2018. Current Advances In Gibberellic Acid (GA3) Production, Patented Technologies and Potential Applications. *Planta*. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-2959-x>
- Hasan H.A.H., 2002. Gibberellin and Auxin Production By Plant Root-Fungi and Their Biosynthesis Under Salinity-Calcium Interaction. *Rostlinna Vyroba* 3:101-106
- Johnson S.W, Coolbaugh R.C. (1990). Light-Stimulated Gibberellin Biosynthesis in *Gibberella fujikuroi*. *Plant Physiol* .94: 1696-1701
- Khan A.L, Hamayun M., Kang S.M., Kim Y., Jung H., Lee J.H., Lee I. 2012. Endophytic Fungal Association via Gibberellins And Indole Acetic Acid can Improve Plant Growth Under Abiotic Stress: An Example of *Paecilomyces formosus* LHL10. *BMC Microbiology*. 12(3):1-14
- Kinay P., Yildiz F., Sen F., Yildiz M., Karacali I. 2005. Intregation of Pre- and Postharvest Treatment to Minimize *Penicillium* Decay of Satsuma Mandarins. *Postharvest Biology and Technology*. 37:31-6.
- Luthra U., Trivedi A., Khadpekar S., Shetty A., Kumar H., 2010. Optimization Of Medium And Physical Parameters For The Bioproduction Of Gibberellic Acid by Submerged Fermentation Using *Gibberella Fujikuroi* At Shake Flask Level. *International Journal of Emerging Technology & Research*.2(5):77-84
- Lale G., Gadre R. 2010. Enhanced Production of Gibberellin A4 (Ga₄) By A Mutant of *Gibberella Fujikuroi* in Wheat Gluten Medium. *J Ind Microbiol Biotechnol*. 37:297–306.
- Ludhandi S., Kathikeyan S., Sabarinathan K.G. 2010. Gibberellic acid production by *Fusarium fujikuroi* SG2. *J. Sci. Ind Res*. 69:211-214.
- Machado C.M.M, Soccol C.R, Oliveira B.H.D, Pandey A. 2012. Gibberellic Acid Production by Solid-State Fermentation in Coffee Husk. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 102:179-191.
- Martina A., Lestari W., Roza R.M. 2016. *Produksi Giberelin Dalam Biokontrol oleh Jamur Selulolitik dan Ligninolitik Indigenus Riau Sebagai Upaya Pengembangan Biofertilizer* [Laporan PNB]. LPPM, Universitas Riau. Pekanbaru.
- Muddapur U.M, Gadkari M.V, Kulkarni S.M, Sabannavar P.G, Niyonzima F.N and Sunil S. 2015. Isolation And Characterization of Gibberellic Acid 3 Producing *Fusarium*

- sp. from Belgaum Agriculture Land Andits Impact on Green Pea and Rice Growth Promotion. *Aperito J Adv Plant Biol* 1(2):1-9
- Panchal R.R. 2016. Study of Gibberellic Acid Production by Submerged Fermentation using *Fusarium moniliforme*, Sheldon. *International Journal of Scientific Research* 3(10):113-116
- Pandya N. D., Desai P. V., Jadhav H. P., Sayyed R. Z. 2018. Plant Growth Promoting Potential of *Aspergillus* sp. NPF7, Isolated from Wheat Rhizosphere in South Gujarat, India. *Environmental Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s42398-018-0025>.
- Raimbault M, Soccol C.R, Chuzel G. 1998. International Training Course on Solid State Fermentation. Montpellier France: Document ORSTOM.
- Rangaswamy V., 2012. Improved Production of Gibberellic Acid by *Fusarium moniliforme*. *J Microbiol Res* 2(3):51-55): 014.
- Rodrigues C., Vandenberghea L.P.S., de Oliveiraa J., Soccola C.R.. 2016. Production, extraction and Purification of Gibberellic Acid by Solid State Fermentation Using Citric Pulp and Soy Husk. *BAOJ Chem.* 2:2.014
- Sivakumar U., Karthikeyan S., Sabarinathan K.G., 2010. Gibberellic Acid Production by *Fusarium fujikuroi* SG2. *Scientific and Industrial Research Journal* . 69:211-214.
- Sleem D.A.E. ,2013. *Studies on the Bioproduction of Gibberellic Acid from Fungi* . Thesis. Botany Department Faculty of Science. Benha University.
- Shukla R., Srivasta A.K., Chands. 2003. Bioprocess Strategies and Recovery Process in Gibberellic Acid Fermentation. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. 8:269-278

SERANGGA TANAH DI HUTAN WISATA UBALAN SEBAGAI SUMBER BELAJAR MATERI KEANEKARAGAMAN HEWAN

Devi Lestari, Budhi Utami, Tutut Indah Sulistiyowati
Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Nusantara PGRI Kediri
Email: tarrydevi@gmail.com

Abstrak

Serangga tanah memiliki beragam peranan penting di hutan. Hutan wisata kabupaten Kediri memiliki potensi keanekaragaman serangga tanah. Akan tetapi pengunjung Hutan wisata Ubalan tidak mengetahui keanekaragaman serangga tanah dan peranannya. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mengetahui keanekaragaman serangga tanah dan media sumber belajar bagi pengunjung untuk menjaga kelestarian serangga tanah. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE, yang dilakukan hingga tahap *development* (pengembangan). Instrument penelitian yang digunakan berupa angket analisis kebutuhan dan lembar validasi media, materi dan bahasa. Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan dikembangkan sebuah poster sebagai media sumber belajar serangga tanah yang telah melalui tahap validasi. Hasil validasi dari ahli media memperoleh rata-rata aspek sebesar 75% dan hasil validasi dari ahli materi dan bahasa sebesar 74%, rata-rata yang diperoleh menunjukkan kriteria cukup valid sehingga poster yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media sumber belajar bagi pengunjung Hutan Wisata Ubalan Kabupaten Kediri.

Kata Kunci

serangga tanah,
sumber belajar,
keanekaragaman hayati

PENDAHULUAN

Hutan wisata Ubalan Kabupaten Kediri mempunyai taman wisata yang merupakan hutan lindung alami yang mempunyai berbagai jenis pohon, kurang lebih hutan lindung di taman wisata ubalan kabupaten Kediri mempunyai luas 10 Ha.

Serangga tanah merupakan salah satu fauna yang perlu dijaga kelestariannya, karena memiliki peran penting dalam dekomposisi tanah sebagai pengurai makhluk hidup yang memperoleh energi dengan cara menguraikan sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati. Menurut Ruslan (2009),

Namun pengetahuan pengunjung tentang serangga tanah di hutan wisata ubalan kabupaten Kediri masih kurang. Ini dibuktikan dengan hasil angket pengunjung sebesar 73 % tidak mengetahui keanekaragaman serangga tanah. Selain itu sebesar 57 % pengunjung tidak mengetahui peran dari serangga tanah, sehingga belum ada kesadaran pengunjung untuk menjaga lingkungan agar serangga tanah tetap terpelihara.

Upaya untuk menjaga lingkungan agar serangga tanah tetap terpelihara maka diperlukan media belajar bagi pengunjung. Media merupakan alat perantara yang digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi. Menurut Ristawati (2017) Selain itu menurut

Harahap (2008) media merupakan sarana untuk membantu komunikator dalam menyampaikan informasi secara efektif dan efisien.

Media sumber belajar yang dikembangkan memuat famili dari serangga tanah dan peran dari serangga tanah yang ditemukan di Hutan wisata Ubalan Kabupaten Kediri, sehingga pengunjung dapat mengetahui famili dari serangga tanah dan peran dari serangga tanah.

Berdasarkan dari hasil angket pengunjung yang yang telah didistribusikan ke 100 pengunjung. Sebesar 23 % pengunjung mengetahui keberadaan serangga tanah di Hutan wisata Ubalan Kabupaten Kediri, namun pengunjung yang mengetahui keberadaan serangga tanah tidak mengetahui keragaman dari serangga tanah. Hal ini dibuktikan dengan pengunjung tidak bisa menyebutkan nama famili dari serangga tanah.

Pengunjung Hutan wisata Ubalan Kabupaten Kediri berasal dari berbagai kalangan masyarakat. Hasil angket pengunjung menunjukkan bahwa sebagian pengunjung mendapatkan informasi mengenai Hutan wisata Ubalan Kabupaten Kediri melalui media cetak seperti spanduk, baliho dan koran. Hal ini menunjukkan bahwa pengunjung membaca informasi dengan media visual.

Berdasarkan dari hasil wawancara yang telah dilakukan ke beberapa pengunjung, mengenai media yang cocok untuk digunakan di Hutan wisata Ubalan Kabupaten Kediri adalah media poster, yang dimana media poster tidak terlalu banyak tulisan. Dikarenakan pengunjung Hutan wisata ubalan Kabupaten Kediri mempunyai tujuan untuk berwisata, jika diberikan buku untuk membaca akan jenuh.

Media poster merupakan media yang disusun dengan harapan mampu memberikan informasi yang sesuai dengan tingkat penerima pesan, agar harapannya masyarakat mampu memahami dan mengubah perilaku sesuai informasi yang ada. Menurut Hamdani dan Susanti (2016).

METODE

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implementation, and Evaluation*) (Branch, 2009). Pada penelitian ini dilakukan sampai tahap *develop* (pengembangan). Prosedur pengembangan pada penelitian ini mempunyai 3 tahapan yaitu:

a. Tahap Analisis/*Analysis*

Pada langkah analisis dalam penelitian ini terdiri dari satu tahap yaitu analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan ini digunakan untuk mengetahui kebutuhan pengunjung, dengan menggunakan angket yang pada penelitian terdahulu. Prameswari (2017)

b. Tahap Desain/*Design*

Pada tahap ini dilakukan pembuatan media sumber belajar berupa poster tentang serangga tanah, sesuai dengan hasil analisis kebutuhan pengunjung.

c. Tahap Develop/*Pengembangan*

Media yang sudah didesain dan dirancang sesuai kebutuhan pengunjung akan divalidasi oleh ahli media, ahli materi dan bahasa selanjutnya di revisi sesuai dengan saran dari validator.

Instrument yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket analisis pengunjung dan lembar validasi. Penelitian ini menggunakan dua teknik analisis data yaitu teknik analisis deskriptif kualitatif dan analisis deskriptif kuantitatif.

$$\text{Persentase} = \frac{\sum \text{Skor Total}}{\sum \text{Skor Maksimal}} \times 100 \%$$

Berikut kriteria penentuan kevalidan data didasarkan pada tabel berikut :

Tabel 1. Kriteria kevalidan data

Skala	Keterangan
85,94% - 100%	Valid (Tidak Revisi)
67,19% - 85,93%	Cukup Valid (Tidak Revisi)
48,44% - 67,18%	Kurang Valid (Revisi)
25% - 48,43%	Tidak Valid (Revisi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil validasi oleh ahli media diketahui bahwa kriteria dari aspek penilaian pada media sumber belajar serangga tanah cukup valid dengan rata-rata aspek yang dinilai sebesar 75%. Sebagian aspek yang dinilai pada poster menunjukkan kriteria cukup valid dan kurang valid, sehingga banyak melakukan revisi. Hasil validasi ahli materi dan bahasa rata-rata aspek penilaian menunjukkan kriteria cukup valid dengan sebesar 74%, namun perlu ada perbaikan tentang kesesuaian judul dengan materi.



Gambar 1. Desain awal poster dan hasil uji validasi

Data kualitatif dalam penelitian ini berupa saran dan komentar dari para ahli. Berikut saran dan komentar dari ahli media:

Tabel 2. Saran dan Komentar Ahli Media

Aspek yang di nilai	Saran dan komentar
Bagian Poster	<ul style="list-style-type: none"> - Gambar pengenalan serangga sebaiknya lebih ditonjolkan. - Pemilihan warna untuk huruf kurang sesuai dengan background, sebaiknya background polos saja. - Berikan identitas kota. - Gambar bisa diletakkan di samping.

Berdasarkan Tabel 2 saran dan komentar dari validator gambar pengenalan serangga lebih ditonjolkan, sehingga pengunjung akan tertarik. Pemilihan warna media sumber belajar ini juga disarankan oleh validator menggunakan background putih agar pengunjung dapat

membaca informasi dari media tersebut. Berikut saran dan komentar dari ahli bahasa dan materi dan bahasa :

Tabel 3. Saran dan Komentar Ahli Materi dan Bahasa

Aspek yang dinilai	Saran dan Komentar
Gambar	Gambar hewan tidak terlalu jelas, sebaiknya menggunakan gambar yang lebih jelas.
Tulisan	Tidak ada pesan
Kombinasi Keseluruhan	Banyak ruang terbuka

Berdasarkan tabel 3 saran dan komentar dari ahli materi dan bahasa gambar dari hewan harus diperjelas agar pengunjung mengerti akan hewan serangga tanah. Selain itu tulisan yang disampaikan kurang sehingga harus dilakukan perbaikan, dan kombinasi dari keseluruhan poster banyak ruang terbuang sehingga harus di tambah lagi untuk tulisan ataupun kombinasi dari gambar.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian media poster yang dipilih dan dikembangkan sebagai sarana sumber belajar. Poster digunakan sebagai media sumber belajar kepada pengunjung yang memberikan informasi tentang famili dari serangga tanah yang terdapat di Hutan Wisata Ubalan kabupaten Kediri.

DAFTAR RUJUKAN

- Branch, R.M. 2009. *Instructional Design: The Addie Approach*. New York : Springer Science.
- Harahap. 2008. *Analisis Semiotik pada Poster HIV/AIDS di Yayasan Pelita Ilmu*. Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 15-24
- Hamdani, Faruq A. dan Susanti, Eka N. 2016. *Media Poster sebagai Media Penyuluhan dan Pendidikan Konservasi Sumber Daya Air Masyarakat Desa Girimoyo*. Prosiding Snapp 2016 Sosial, Ekonomi, dan Humaniora, 459-464.
- Prameswari, T.I. 2017. *Media Pengenalan Jenis Capung (Odonata) Berbasis Konservasi di Kawasan Air Terjun Irenggolo Kabupaten Kediri*. Skripsi. Program Studi pendidikan biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 39-60
- Ristawati. 2017. *Pengaruh Media Pembelajaran Terhadap Motivasi Belajar Siswa Kelas X Program Keahlian Administrasi Perkantoran Di SMK Negeri Sinjai*. Skripsi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Makassar, 6-19
- Ruslan. 2009. *Komposisi dan Keaneragaman Serangga Permukaan Tanah pada Habitat Hutan Homogen dan Heterogen di Pusat Pendidikan Konservasi Alam (PPKA) Bodogol, Sukabumi. Jawa Barat*. VIS VITALIS. 02 (1), 43-53.

SKRINING FITOKIMIA DAN UJI KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS KANDUNGAN SENYAWA FLAVONOID DARI 5 SPESIES DAUN TUMBUHAN PAKU DI TAMAN NASIONAL BALURAN

Eko Sri Sulasmi, Ratna Suryaningtya Sari, Murni Sapta Sari dan Suhadi

Program Studi Biologi, FMIPA

Universitas Negeri Malang, Jawa Timur, Indonesia

E-mail : eko.sri.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Flavonoid adalah senyawa polifenol yang mempunyai 15 atom karbon yang tersusun dalam konfigurasi C₆-C₃-C₆, yaitu dua cincin aromatik yang dihubungkan oleh 3 atom karbon. Tumbuhan yang mengandung flavonoid banyak dipakai dalam pengobatan tradisional karena memiliki efek antioksidan, anti tumor, anti radang, antibakteri dan anti virus. Tujuan penelitian adalah menganalisis adanya kandungan flavonoid pada daun dari 5 spesies tumbuhan paku di Taman Nasional Baluran. Pengambilan sampel daun tumbuhan paku dilakukan pada April-Mei 2018. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Proses ekstraksi menggunakan metanol 96% dilanjutkan dengan uji skrining fitokimia dan uji kromatografi lapis tipis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada daun dari 5 spesies tumbuhan paku, yaitu *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kuntze) Holttum, *Dryopteris hirtipes* (Bl.) Kuntze, *Phymatodes* sp., *Pteris vittata* L. dan *Stenochlaena palustris* (Brum.) hanya pada daun *Pteris vittata* L yang tidak memiliki kandungan flavonoid.

Kata Kunci

skrining fitokimia, flavonoid, Taman Nasional Baluran, *Pseudocyclosorus ochthodes*, *Dryopteris hirtipes*, *Phymatodes* sp., *Pteris vittata* dan *Stenochlaena palustris*.

PENDAHULUAN

Flavonoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder dalam golongan senyawa fenolik yang dapat ditemukan pada jaringan tanaman dengan jumlah yang banyak, senyawa ini bersifat polar (Redha, 2010). Flavonoid memiliki beberapa manfaat antara lain antibakteri, antioksidan, antikanker, melindungi struktur sel, meningkatkan efektifitas vitamin C, antiinflamasi, serta mencegah osteoporosis (Lumbessya *et al.*, 2013). Pada tumbuhan senyawa flavonoid dimungkinkan berfungsi sebagai pengaturan tumbuh suatu tumbuhan, pengatur dalam proses fotosintesis, kerja antimikroba dan antivirus, dan kerja terhadap serangga atau adaptasi (Robinson, 1995)

Salah satu tumbuhan yang dapat digolongkan sebagai tumbuhan obat adalah tumbuhan paku karena dapat memproduksi metabolit sekunder salah satunya flavonoid (Lai & Lim, 2011). Pemanfaatan tumbuhan paku sebagai tumbuhan obat masih sangat jarang dipelajari. Berdasarkan banyaknya manfaat dari senyawa flavonoid yang terkandung pada tumbuhan, maka tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis kandungan flavonoid pada 5 spesies daun tumbuhan paku yang berada di Taman Nasional Baluran dengan metode skrining fitokimia dan Kromatografi Lapis Tipis.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada Bulan April – Juni 2018. Pengambilan sampel dilakukan di Taman Nasional Baluran Situbondo, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fitokimia UPT Materia Medica Batu.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengilingan, kertas saring, *vacuum rotary evaporator*, tabung reaksi, penjepit tabung reaksi, spatula *stainlesssteel*, pipet tetes, gelas ukur, bunsen, corong gelas, gelas beaker, chamber, *UV lamps*, TLC scanner, kertas saring, linomat 5 syringe dan *hairdryer*. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu akuades, metanol 96%, HCl pekat, serbuk Mgm silica gel 60F254, etanol P.A, etyl asetat, asam format serta daun dari *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kuntze) Holtum, *Dryopteris hirtipes* (Bl.), *Phymatodes* sp., *Pteris vittata* L. dan *Stenochlaena palustris* (Brum.).

Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun tumbuhan paku. Daun yang digunakan pada penelitian ini telah diidentifikasi di Herbarium Malangensis Universitas Negeri Malang dan dinyatakan sebagai daun dari *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kuntze) Holtum, *Dryopteris hirtipes* (Bl.), *Phymatodes* sp., *Pteris vittata* L. dan *Stenochlaena palustris* (Brum.). Sampel dikering anginkan dan setelah kering dihaluskan dengan cara diblender atau digiling kemudian diekstrak dengan pelarut metanol 96%.

Ekstraksi senyawa bioaktif

Sampel diekstraksi menggunakan pelarut metanol 96% selama 24 jam. Ekstrak metanol disaring dengan kertas saring dan pelarutnya diuapkan menggunakan *vacuum rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental tersebut disimpan dalam *refrigerator* dengan suhu $\pm 4^{\circ}$ C.

Identifikasi Flavonoid dengan metode skrining fitokimia

2 ml sampel ekstrak ditambahkan 8ml aquades yang telah dipanaskan selama ± 10 menit, kemudian filtrat disaring dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan HCL pekat beberapa tetes. Ditambahkan sedikit serbuk Mg. Hasil positif berwarna merah tua, merah muda atau merah bata.

Identifikasi Flavonoid dengan metode kromatografi lapis tipis.

2 gram sampel ekstrak ditambahkan 10 ml etanol P.A. Disaring, ambil filtrat kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian ditotolkan pada plat silica gel 60F254 berukuran 20 x 20 sepanjang plat pada jarak 1 cm dari garis bawah dan 1 cm dari garis tepi. Selanjutnya dielusi dengan menggunakan Toluene: Etyl Asetat (93: 7). Dalam perhitungan nilai Rf dilakukan dengan alat *Camag TLC Scanner 3*.

HASIL DAN PEMBAHASAN






Ekstraksi sampel

Sampel diekstraksi menggunakan metode maserasi yang merupakan metode cara dingin dengan pelaksanaan mudah dan sederhana. Pelarut yang digunakan pada pembuatan ekstrak yaitu metanol 96%. Metanol memiliki gugus polar lebih kuat daripada gugus nonpolar hal ini dapat diketahui berdasarkan struktur kimia metanol yang mengandung gugus hidroksil

(polar) dan gugus karbon (nonpolar) yang menyebabkan hasil ekstrak senyawa fitokimia dengan pelarut metanol berjumlah lebih banyak (Romadanu *et al.*, 2014). Ekstrak metanol disaring dengan kertas saring dan diuapkan pelarutnya menggunakan *vacuum rotary evaporator* sampai diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental yang diperoleh dari proses tersebut disimpan dalam *refrigerator* dengan suhu $\pm 4^{\circ}$ C.

Identifikasi Flavonoid dengan metode skrining fitokimia

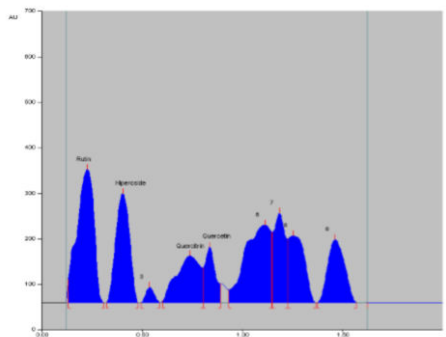
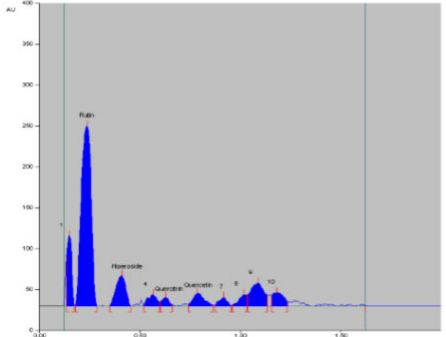
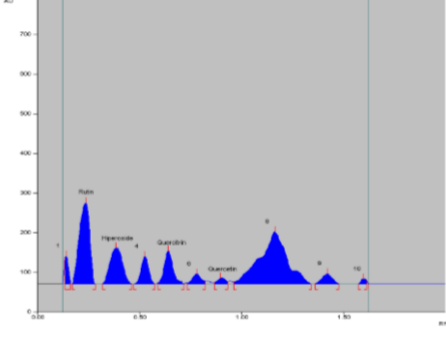
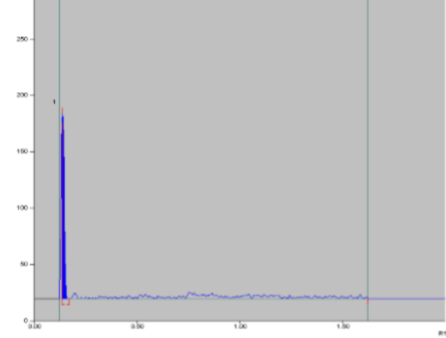
Tabel 1. Data hasil pengujian kandungan flavonoid menggunakan metode skrining fitokimia.

Nama sampel	Hasil	Keterangan
<i>Pseudocyclosorus ochthodes</i> (Kuntze) Holtum		Positif (+)
<i>Dryopteris hirtipes</i> (Bl.) Kuntze		Positif (+)
<i>Phymatodes</i> sp.		Positif (+)
<i>Pteris vittata</i> L.		Negatif (+)
<i>Stenochlaena palustris</i> (Brum.)		Positif (+)

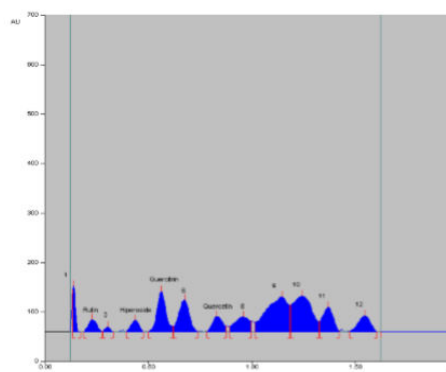
Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa pada daun spesies *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kuntze) Holtum, *Dryopteris hirtipes* (Bl.), *Phymatodes* sp. dan *Stenochlaena palustris* (Brum.) positif mengandung flavonoid yang ditunjukkan oleh perubahan warna sampel menjadi merah bata. Namun pada daun *Pteris vittata* L. menunjukkan hasil negatif karena tidak terdapat perubahan warna sampel. Lumbessya *et al.*, (2013) warna merah bata yang terbentuk setelah ditambahkan HCl pekat dan serbuk Mg menandakan adanya kandungan flavonoid pada sampel uji. Perubahan warna menjadi merah bata ini disebabkan karena adanya reduksi inti benzopiron oleh asam klorida pekat dan magnesium yang terdapat pada struktur flavonoid. Fauzia (2008).

Identifikasi Flavonoid dengan metode Kromatografi Lapis Tipis

Tabel 2. Data hasil pengujian kandungan flavonoid menggunakan metode KLT

Nama sampel	Hasil	Flavonoid		Peak display
		Rf	Jenis	
<i>Pseudocyclosorus ochthodes</i> (Kuntze) Holtum	+	0.14-0.31	Rutin	
		0.33-0.48	Hiperoside	
		0.60-0.81	Quercitrin	
		0.81-0.89	Quercetin	
<i>Dryopteris hirtipes</i> (Bl.) Kuntze	+	0.18-0.29	Rutin	
		0.35-0.46	Hiperoside	
		0.60-0.67	Quercitrin	
		0.74-0.86	Quercetin	
<i>Phymatodes</i> sp.	+	0.17-0.28	Rutin	
		0.32-0.47	Hiperoside	
		0.59-0.72	Quercitrin	
		0.87-0.94	Quercetin	
<i>Pteris vittata</i> L.	-	-	-	

<i>Stenochlaena palustris</i> (Brum.)	+	0.19-0.28	Rutin
		0.40-0.48	Hiperoside
		0.50-0.62	Quercitrin
		0.79-0.88	Quercetin



Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa daun spesies *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kuntze) Holtum, *Dryopteris hirtipes* (Bl.), *Phymatodes* sp. dan *Stenochlaena palustris* (Brum.) positif mengandung flavonoid, hal ini ditandai dengan nilai Rf sampel uji masuk dalam rentangan nilai Rf identifikasi flavanoid berdasarkan eluen Toluene : Etyl Asetat (93 : 7). yaitu sekitar 0.25-0.30 merupakan flavonoid jenis rutin, 0.45-0.50 flavonoid jenis hiperoside, 0.60-0.65 flavonoid jenis quercitrin, dan 0.85-0.90 merupakan flavonoid jenis quercetin. Data menunjukkan pada spesies *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kuntze) Holtum memiliki rentangan Rf 0.14-0.31 merupakan flavonoid jenis rutin, 0.33-0.48 flavonoid jenis hiperoside, 0.60-0.81 flavonoid jenis quercitrin, dan 0.81-0.89 merupakan flavonoid jenis quercetin., spesies *Dryopteris hirtipes* (Bl.) memiliki rentangan Rf 0.18-0.29 merupakan flavonoid jenis rutin, 0.35-0.46 flavonoid jenis hiperoside, 0.60-0.67 flavonoid jenis quercitrin, dan 0.74-0.86 merupakan flavonoid jenis quercetin, spesies *Phymatodes* sp. memiliki rentangan Rf 0.17-0.28 merupakan flavonoid jenis rutin, 0.32-0.47 flavonoid jenis hiperoside, 0.59-0.72 flavonoid jenis quercitrin, dan 0.87-0.94 merupakan flavonoid jenis quercetin dan spesies *Stenochlaena palustris* (Brum.) memiliki rentangan Rf 0.19-0.28 merupakan flavonoid jenis rutin, 0.40-0.48 flavonoid jenis hiperoside, 0.50-0.62 flavonoid jenis quercitrin, dan 0.79-0.88 merupakan flavonoid jenis quercetin. Namun pada daun spesies *Pteris vittata* L nilai Rf nya tidak muncul, hal tersebut menandakan tidak adanya kandungan flavonoid pada sampel.

Adanya kandungan flavonoid pada daun dapat disebabkan oleh faktor lingkungan yaitu unsur makro pada tanah seperti kalium (K), nitrogen (N), Karbon (C), dan bahan organik (BO). Kadungan kalsium pada tanah juga berpengaruh terhadap pembentukan metabolit sekunder. Kalsium juga berpengaruh terhadap pembentukan metabolit sekunder, karena kalsium merupakan prekursor enzim yang mendukung terbentuknya metabolit sekunder dengan reaksi yang spesifik (Trisilawati dan Pitono et al., 2012) selain itu ada tidaknya kandungan flavonoid pada suatu tumbuhan juga dipengaruhi oleh keadaan tempat hidupnya. Saat mengalami cekaman lingkungan akumulasi metabolit sekunder dapat meningkat (Hopkins, 1999). Pada Taman Nasional Baluran kondisinya tidak menentu atau bisa disebut ekstrim, dengan kondisi semacam ini akan terjadi akumulasi zat-zat menjadi metabolit sekunder karena proses biokimia tidak seimbang (Bidwell, 1979).

SIMPULAN

Dari hasil pengujian senyawa flavonoid pada 5 spesies daun tumbuhan paku yang terdapat di Taman Nasional baluran yaitu *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kuntze) Holtum, *Dryopteris hirtipes* (Bl.) Kuntze, *Phymatodes* sp. *Pteris vittata* L. dan *Stenochlaena palustris*

(Brum.) yang dilakukan secara skrining fitokimia dan kromatografi lapis tipis, hanya pada *Pteris vittata* L. yang tidak memiliki kandungan polifenol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Allah S.W.T serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan artikel ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Bidwell, R. C. S. 1979. Plant physiology. New York: Macmillan Publishing co., Inc.
- Fauzia, Astari Larasati. 2008. Uji Efek Ekstrak Air dari Daun Avokad (*Persea gratissima*) terhadap *Streptococcus* Mutans dari Saliva dengan Kromatografi Lapisan Tipis (TLC) dan Konsentrasi Hambat Minimum (MIC). *Majalah Kedokteran Nusantara*. Vol. 41, No. 3.
- Hopkins, W. G. 1999. Introduction to plant physiology. Toronto: Jhon Wiley and Sons, Inc.
- Lai, H. Y & Lim, Y.Y. 2011. Evaluation of Antioxidant Activities of the Methanolic Extracts of Selected Ferns in Malaysia. *International Journal of Environment Science and Development*, Vol.2, No.6
- Lumbessya, M., Abidjulua, J. & Paendonga, J.J.E. 2013. Uji Total Flavonoid Pada Beberapa Tanaman Obat Tradisional Di Desa Waitina Kecamatan Mangoli Timur Kabupaten Kepulauan Sula Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Mipa Unsrat*. 2 (1) 50-55.
- Redha, A. 2010. Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif Dan Peranannya Dalam Sistem Biologis. *Jurnal Belian*. Vol. 9 No. 2. Hal 196 –202.
- Romadanu, Rachmawati, S.H & Lestari, S.D. 2014. Pengujian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bunga Lotus (*Nelumbo nucifera*). *Fishtech*. Vol. III, Nomor 01.
- Trisilawati, O. & Pitono, J. 2012. Pengaruh Cekaman Defisit Air Terhadap Pembentukan Bahan Aktif Pada Purwoceng. *Bul. Littro*. Vol. 23 No. 1, 34 – 47.

Analisis Kualitatif Kandungan Senyawa Aktif (Flavonoid, Alkaloid, Polifenol, Saponin, Terpenoid dan Tanin) pada Ekstrak Metanol Daun dan Rhizoma *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching di Taman Nasional Baluran

Eko Sri Sulasmi, Zauhara Faiqohtun Wuriana, Murni Sapta Sari, Suhadi

Program Studi Biologi, FMIPA

Universitas Negeri Malang, Jawa Timur, Indonesia

E-mail : eko.sri.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Sudah sejak lama, tumbuhan banyak dimanfaatkan sebagai upaya dalam pengobatan berbagai jenis penyakit. Tumbuhan dapat digunakan sebagai obat-obatan tradisional, modern, suplemen makanan dan dalam industri farmasi. Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat adalah tumbuhan paku. Khasiat sebagai tumbuhan obat ini dikarenakan adanya kandungan senyawa aktif. Tujuan penelitian ini mengetahui adanya senyawa aktif pada daun dan rhizoma tumbuhan paku *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching yang ada di Taman Nasional Baluran dengan metode skrining fitokimia. Prosedur penelitian diawali dengan persiapan sampel, ekstraksi sampel, skrining fitokimia dan data dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian, bahwa daun dan rhizoma *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching positif mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, polifenol, saponin, terpenoid jenis triterpenoid, tanin galat dan tanin katekol.

Kata Kunci

senyawa aktif, *Phymatodes scolopendria*, skrining fitokimia

PENDAHULUAN

Di era modern ini, tumbuhan masih banyak digunakan sebagai pengobatan berbagai penyakit terutama terapi alternatif, dimana obat komersial belum dapat terjangkau, terutama di negara-negara berkembang. Sebagai contoh, tumbuhan menunjukkan beragam aktivitas biologis termasuk aktivitas antifungi, antiprotozoa, antibakteri, antiinflamasi dan antioksidan (Fazal *et al.*, 2012).

Tumbuhan dapat digunakan sebagai obat-obatan disebabkan dapat menghasilkan banyak senyawa aktif dengan keragaman struktural yang besar dan sering disebut metabolit sekunder. Metabolit sekunder diproduksi alami oleh tumbuhan bukan untuk dalam proses pertumbuhan dan perkembangan, namun digunakan untuk berinteraksi dengan organisme lain misalnya untuk beradaptasi dengan lingkungan dan untuk perangkap melawan predator. Senyawa ini juga diketahui dapat berperan dalam hal farmakologis. (Muharini, 2016; Dewick, 2009; Cseke *et al.*, 2006)

Ada dua alasan senyawa aktif ini dapat digunakan dalam pengembangan obat. Pertama, keragaman struktur dari sederhana hingga molekul kompleks, seringkali menarik perhatian untuk dilakukan sintesis total. Kedua, produk alami ini memiliki aktivitas biologis yang spesifik

dan selektif. Sudah ada sekitar seperempat dari 1.211 obat yang berasal dari produk alami tumbuhan ini (Balunas & Kinghorn, 2005; Newman & Cragg, 2016).

Salahsatu tumbuhan yang dapat memproduksi senyawa aktif adalah tumbuhan paku. Tumbuhan paku tumbuh di habitat yang berbeda terutama dibawah stres lingkungan. Tumbuhan ini memiliki potensi sebagai sumber penting secara ekonomu yang dapat digunakan terutama obat-obatan (Bharti, 2018). Namun pengetahuan mengenai tumbuhan paku sebagai tumbuhan obat masih sangat langka (Lai & Lim, 2011). Berdasarkan manfaat dan banyaknya efek positif dari senyawa bioaktif dari tumbuhan, maka tujuan penelitian ini adalah menganalisis adanya kandungan senyawa aktif dalam tumbuhan paku *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching yang berada di Taman Nasional Baluran dengan metode Skrining Fitokimia.

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini tabung reaksi, pipet tetes, corong gelas, penjepit tabung reaksi, gelas ukur, beaker glass, spatula stainlesssteel dan bunsen. Sedangkan bahan yang digunakan adalah aquadest, serbuk Mg (magnesium), HCl (asam klorida) pekat, pereaksi Bourcharat, pereaksi Mayer, pereaksi Dragendorf, FeCl 1% (Besi (III) Klorida), Natrium Asetat dan Formaldehid 3%, sampel daun dan rhizom *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching yang diperoleh dari Taman Nasional Baluran.

Prosedur Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun dan rhizom *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching. Sampel dikeringkan dan dihaluskan dengan cara digiling atau diblender. Setelah itu diekstrak dengan pelarut metanol 96%. Dalam melakukan ekstraksi sampel menggunakan pelarut metanol 96% selama 24 jam. Ekstrak yang didapatkan disaring dan diuapkan dengan *vacuum rotary evaporator* sampai diperoleh ekstrak kental kemudian disimpan dalam *refrigerator* dengan suhu $\pm 4^{\circ}$ C.

Identifikasi Senyawa Aktif Ekstrak Metanol Daun dan Rhizoma Phymatodes scolopendria (Burm.) Ching

Identifikasi Flavonoid

Diambil 2 ml sampel ekstrak kemudian ditambahkan 8 ml aquadest hangat. Disaring dan diambil filtrat kemudian diletakkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan beberapa tetes HCl pekat, setelah itu ditambahkan sedikit serbuk Mg. Jika sampel positif mengandung flavonoid maka akan terjadi perubahan warna menjadi warna merah tua, merah muda, merah bata.

Identifikasi Terpenoid

Diambil 2 ml sampel ekstrak kemudian ditambahkan 8 ml aquadest hangat. Disaring dan diambil filtrat kemudian diletakkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan reagen Bouchardat sebanyak 3 tetes. Jika sampel positif mengandung terpenoid jenis triterpenoid akan menghasilkan warna orange atau jingga kecoklatan, jika mengandung jenis steroid akan menghasilkan warna hijau kebiruan.

Identifikasi Polifenol

Diambil 2 ml sampel ekstrak kemudian ditambahkan 8 ml aquadest hangat. Disaring dan diambil filtrat kemudian diletakkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan FeCl_3 1% sebanyak 3 tetes. Jika sampel positif mengandung polifenol maka akan terjadi perubahan warna menjadi coklat kehitaman, biru kehitaman, hijau kehitaman.

Identifikasi Tanin Galat

Diambil 2 ml sampel ekstrak kemudian ditambahkan 8 ml aquadest hangat. Disaring dan diambil filtrat kemudian diletakkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan sedikit natrium asetat, setelah itu ditambahkan FeCl_3 1% sebanyak 3 tetes. Jika sampel positif mengandung tanin galat maka akan terjadi perubahan warna menjadi coklat kehitaman, biru kehitaman, hijau kehitaman.

Identifikasi Tanin Katekol

Diambil 2 ml sampel ekstrak kemudian ditambahkan 8 ml aquadest hangat. Disaring dan diambil filtrat kemudian diletakkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan larutan formaldehid 3% dan HCl pekat dengan rasio 4:2. Kemudian sampel dipanaskan pada suhu 90°C . Jika sampel positif mengandung tanin katekol maka akan terjadi terbentuk endapan merah.

Identifikasi saponin

Diambil 2 ml sampel ekstrak kemudian ditambahkan 8 ml aquadest hangat. Disaring dan diambil filtrat kemudian diletakkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan 2ml air panas kemudian dikocok kuat. Ditambahkan HCl pekat 1 tetes. Jika sampel positif mengandung saponin maka akan terdapat busa permanen tidak hilang.

Identifikasi Alkaloid

Diambil 2 ml sampel ekstrak kemudian ditambahkan 8 ml aquadest hangat. Disaring dan diambil filtrat kemudian diletakkan ke dalam 3 tabung reaksi. Tabung reaksi pertama ditambahkan 6 tetes pereaksi Mayer, tabung reaksi kedua ditambahkan 6 tetes pereaksi Dragendorf dan tabung reaksi ketiga ditambahkan 6 tetes pereaksi wagner. Jika sampel positif mengandung alkaloid terdapat endapan putih pada pereaksi Mayer, terdapat endapan jingga pada pereaksi Dragendorf dan terdapat endapan coklat pada pereaksi wagner.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian senyawa aktif pada *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian senyawa aktif *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching

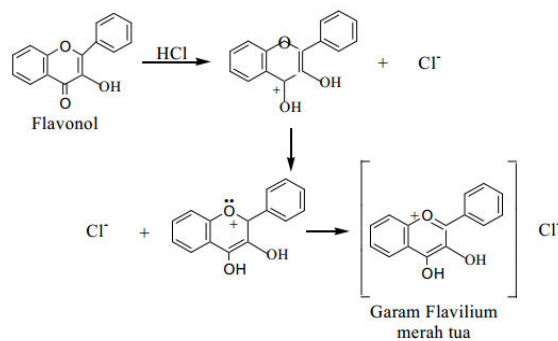
Senyawa Bioaktif	Metode pengujian	Hasil pengujian	
		Daun	Rhizoma
Flavonoid	HCl pekat dan serbuk Mg	Merah bata (+)	Merah bata (+)
Terpenoid	Bouchardat	Jingga kecoklatan (+) Jenis triterpenoid	Jingga kecoklatan (+) Jenis triterpenoid
Polifenol	FeCl_3 1%	Coklat kehitaman (+)	Coklat kehitaman (+)
Tanin Galat	Natrium Asetat dan FeCl_3 1%	Coklat kehitaman (+)	Coklat kehitaman (+)

Tanin	Formaldehid dan HCl	Endapan merah(+)	Endapan merah(+)
Katekol	Pekat		
Saponin	Air panas dan HCl pekat	Adanya busa permanen	Adanya busa permanen
	Wagner	Endapan coklat(+)	Endapan coklat(+)
Alkaloid	Dragendorff	Endapan jingga (+)	Endapan jingga (+)
	Mayer	Tidak ada perubahan(-)	Tidak ada perubahan (-)

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa daun dan rhizoma *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching positif mengandung flavonoid, terpenoid jenis triterpenoid, polifenol, tanin galat, tanin katekol, saponin, alkaloid pada pereaksi wagner dan dragendorff namun negatif pada pereaksi mayer.

Identifikasi flavonoid

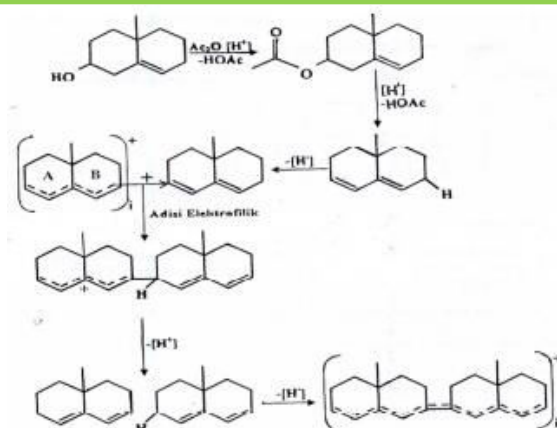
Ekstrak sampel daun dan rhizome *Phymatodes scolopendria* mengandung flavonoid, karena menghasilkan perubahan menjadi warna merah tua, merah muda, merah bata pada sampel uji. Warna tersebut merupakan garam flavilium yang terbentuk dari penambahan HCl pekat dan serbuk magnesium. Larutan HCl dan magnesium akan bereaksi dan mereduksi inti benzopiron pada struktur flavonoid ekstrak tumbuhan (Prashant *et al.*, 2011). Reaksi ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Reaksi pembentukan garam flavilium.

Identifikasi terpenoid

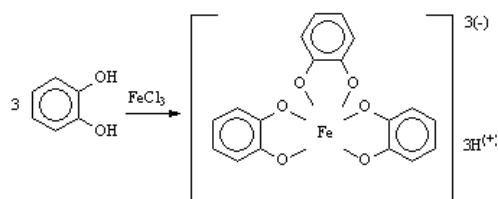
Ekstrak sampel daun dan rhizome *Phymatodes scolopendria* mengandung terpeoid jenis triterpenoid, karena menghasilkan perubahan menjadi warna orange atau jingga kecoklatan pada sampel uji. Prinsip identifikasi terpenoid menggunakan uji Liebermann-Bouchardat yaitu asam asetat anhidrat dan H₂SO₄ pekat. Adanya perubahan warna ini diawali proses asetilasi gugus hidroksil dengan menggunakan asam asetat anhidrat menyebabkan terbentuknya ikatan rangkap. Kemudian terjadi pelepasan ikatan hidrogen, mengakibatkan ikatan rangkap berpindah, menyebabkan senyawa ini mengalami resonansi dan bertindak sebagai elektrofil atau karbokation. Adanya karbokation menyebabkan pelepasan hidrogen beserta elektronnya yang mengakibatkan senyawa mengalami perpanjangan konjugasi dan terbentuknya warna jingga kecoklatan (Siadi *et al.*, 2012). Reaksi identifikasi senyawa triterpenoid dapat ditunjukkan gambar 2.



Gambar 2. Reaksi identifikasi senyawa triterpenoid dengan prinsip uji Liebermann-Bourchardat.

Identifikasi polifenol

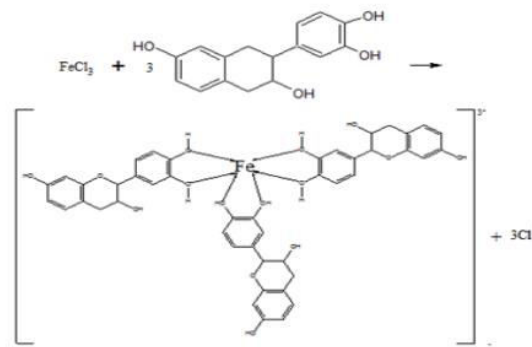
Ekstrak sampel daun dan rhizome *Phymatodes scolopendria* mengandung polifenol, karena menghasilkan perubahan menjadi coklat kehitaman. Warna merupakan hasil interaksi antara ion Fe^{3+} yang terdapat dalam pereaksi $FeCl_3$ 1% dengan salah satu gugus hidroksil polifenol (Sangi, 2008). Reaksi ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Reaksi gugus polifenol dengan $FeCl_3$ 1%

Identifikasi Tanin Galat

Tanin galat merupakan salah satu jenis tanin terhidrolisis yaitu senyawa yang mengandung ikatan ester antara gugus hidroksilnya (Hagerman *et al.*, 1991). Ekstrak sampel daun dan rhizome *Phymatodes scolopendria* pada pengujian ini positif mengandung tanin galat, karena menghasilkan perubahan menjadi coklat kehitaman pada sampel uji. Terbentuknya warna ini diduga karena adanya reaksi sampel dengan $FeCl_3$ 1% menjadi 3,4,5-trihidroksifenol (asam galat) membentuk warna biru kehitaman, hijau kehitaman atau coklat kehitaman (Robinson, 1995). Reaksi antara tanin dan $FeCl_3$ 1% dapat ditunjukkan pada gambar 4.



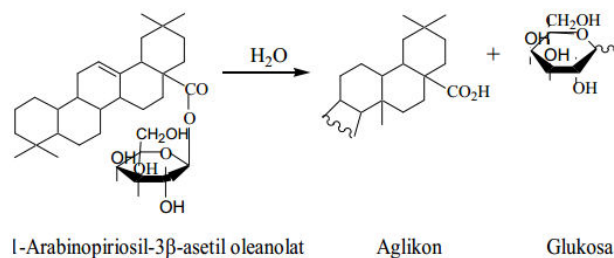
Gambar 4. Reaksi antara tanin dan FeCl 1 % .

Identifikasi Tanin Katekol

Tanin katekol merupakan salah satu jenis tanin terkondensasi, terbentuk dengan cara kondensasi katekin tunggal membentuk senyawa dimer kemudian menjadi oligomer yang lebih tinggi melalui ikatan karbon. Ekstrak sampel daun dan rhizome *Phymatodes scolopendria* positif mengandung tanin katekol, karena terdapat adanya endapan merah setelah pemberian formaldehid dan larutan HCl. Fungsi penambahan HCL panas dan formaldehid ini digunakan untuk mendeteksi adanya leukoantosianidin yang ditandai dengan adanya endapan merah (Harborne, 1996).

Identifikasi Saponin

Ekstrak sampel daun dan rhizome *Phymatodes scolopendria* mengandung saponin, karena terdapat busa permanen pada sampel uji. Busa tersebut menandakan adanya kandungan glikosida yang dapat membentuk buih di dalam air (Marliana *et al.*, 2005). Glikosida terdiri atas gula disebut gliko dan bukan gula disebut aglikon. Glikosida yang menghubungkan dua senyawa ini mudah terurai oleh pengaruh asam, basa, air, enzim dan panas (Rahayu dan Hastuti, 2009). Reaksi pembentukan busa saponin terdapat pada gambar 5.

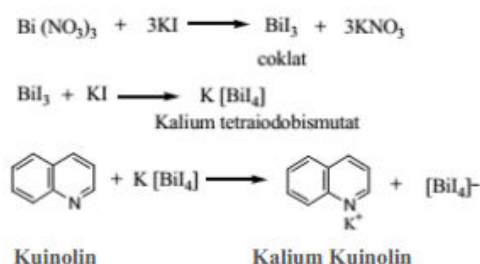


Gambar 5. Reaksi pembentukan busa pada uji saponin.

Identifikasi Alkaloid

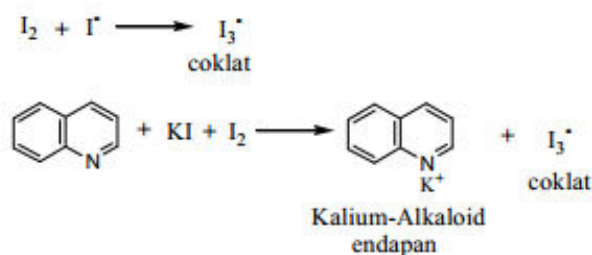
Pengujian alkaloid menggunakan pereaksi dragendorf, pada sampel daun dan rhizoma *Phymatodes scolopendria* menunjukkan hasil positif karena terdapat endapan jingga pada sampel uji. Endapan jingga ini diperoleh dari ikatan kovalen antara nitrogen yang terdapat

pada alkaloid dengan K⁺ ion logam pada pereaksi dragendorf membentuk kompleks kalium-alkaloid yang mengendap (Marliana *et al.*, 2005). Reaksi pembentukan endapan kalium-alkaloid dapat ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Reaksi pembentukan endapan kalium-alkaloid oleh pereaksi Dragendorf.

Pengujian alkaloid menggunakan pereaksi wagner, pada sampel daun dan rhizoma *Phymatodes scolopendria* memberikan hasil positif, karena terdapat endapan coklat dalam sampel uji. Endapan ini merupakan kalium-alkaloid yang berasal dari interaksi antara nitrogen dalam alkaloid dengan ion logam K⁺ dalam pereaksi Wagner (Setyowati *et al.*, 2014). Reaksi pembentukan endapan kalium –alkaloid dapat ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Reaksi pembentukan endapan kalium-alkaloid oleh pereaksi Wagner.

Pengujian alkaloid menggunakan pereaksi mayer, pada kedua sampel yaitu daun dan rhizoma *Phymatodes scolopendria* menunjukkan hasil negatif karena tidak ditemukan endapan putih pada sampel uji. Hasil ini dapat diperkirakan bahwa jenis alkaloid yang terkandung dalam daun dan rhizoma *Phymatodes scolopendria* merupakan jenis purin. Alkaloid purin merupakan alkaloid yang mengandung basa lemah, dapat membentuk garam hanya dengan asam kuat, dapat bergabung dengan asam organik seperti sitrat atau dengan garam asam organik sebagai natrium asetat atau benzoat. Alkaloid purin hanya dapat diendapkan dengan reagen Wagner dan Dragendorf (Mazen, 2010)

SIMPULAN

Simpulan yang didapatkan dari penelitian ini bahwa daun dan rhizoma *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching positif mengandung flavonoid, terpenoid jenis triterpenoid, polifenol, tanin galat, tanin katekol, saponin dan alkaloid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis memberikan ucapan terimakasih kepada pihak laboran, asisten penelitian dan teman-teman yang membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Balunas, M. J & Kinghorn, A. D. 2005. Drug discover from medicinal plants. *Life sci*, 78, 431-441
- Cseke, L. J., Lu, C. R., Kornfeld, A., Kaufman, P. B., Kirakosyan. 2006. How and why these compounds are synthesizes in plants, in *Natural prodyct from plants 2th*. CrC Taylor & Francis Group LLC: Boca Raton, 51-98
- Dewick, P. M. *Medicinal Plant Product, a Biosynthethic Approach*, 3th. John Wiley and Sons: West Sussex
- Fazal, S.S. & Singla, R.K., 2012, Review on the Pharmacognostical & Pharmacological Characterization of *Apium graveolens* Linn, *Indo Global Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2, 36-42.
- Hagerman, Ann E. 1991. Tannin Chemistry Departement of Chemistry and Biochemistry Miami University: Oxford.
- Harborne, J., 1996. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Cetakan kedua. Terjemahan Padmawinata, K. dan I. Soediro. Bandung: Penerbit ITB
- Marliana, D.S., Venty, S., dan Suyono. 2005. Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Komponen Kimia Buah Labu Siam (*Sechium edule* Jacq. Swartz.) dalam Ekstrak Etanol. *Jurnal Biofarmasi*. 3(1): 29
- Mazen, A. 2010. *Phytochemistry (3) Alkaloids*. Edisi ke 3. Al-Azhar University: Department of Pharmacognosy, 110-112
- Muharini, Rini. 2016. *Bioactive Seondary Metabolites from Medicinal Plants*, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Heinrich Heine University Dusseldorf, 1-6
- Newman, D. J & Cragg, A. D. 2016. Natural product as sources of new drugs from 1981 to 2014. *J.Nat. Prod*, 79, 629-621.
- Prashant T, Kumar, B., Kaur, M., Kaur, G., Kaur, H. 2011. Phytochemicl screening and Extraction: A Review. *Internationale Pharmaceutica Science Vol.1 Issue 1*
- Rahayu, D dan Hastuti, S.D. 2009. *Stabilitas Saponin sebagai Antibiotik Alami Hasil Isolasi Gel Daun Aloe barbandis miller pada Variasi Suhu dan Lama Simpan*. *Jurnal*. Malang: Jurusan Peternakan Fakultas Peternakan-Perikanan Universitas Muhammadiyah Malang
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Senyawa Organik Tumbuhan Tinggi*. Terjemahan Kokasih Padmawinata. Bandung: ITB
- Setyowati, W. A, E., Ariani, S. R. D., Ashadi., Mulya, B., Rahmawati, C. P. 2014. Skrining Fitokimia dan Identifikasi Komponen Utama Ekstrak Metanol Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Varietas Petruk. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI*, 271
- Sangi, M., M. R. J. Runtuwene., H. E. I. Simbala dan V. M. A. Makang. 2008. Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chem. Prog*, 1, 1.
- Sladi, K. 2012. Ekstrak Bungkil Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) Sebagai Biopestisida yang Efektif Dengan Penambahan Larutan Nacl. *Jurnal MIPA*. 35,1.

SKRINING FITOKIMIA DAN ANALISIS KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS DARI SENYAWA AKTIF KALAKAI (*Stenochlaena palustris* (Burm.F) *Beddome*) DI TAMAN NASIONAL BALURAN

Eko Sri Sulasmi, Lukas Adi Nugraha, Murni Sapta Sari, Suhadi

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Malang

Jalan Semarang Malang No.05 Malang

E-mail: eko.sri.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Kawasan TN Baluran terletak di Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo Propinsi Jawa Timur dengan luas kawasan 25.000 Ha, salah satu floranya adalah paku Kalaka (*Stenochlaena palustris* (Burm.) *Beddome*), yang secara empiris dipercaya mengandung berbagai macam kandungan senyawa kimia yang bermanfaat bagi manusia. Paku Kalaka (*Stenochlaena palustris* (Burm.) *Beddome*) merupakan paku tanah, yang memiliki panjang 3-5 meter, rhizoma kuat pipih panjang atau bersisik, tubas yang merayap. Daun kalaka menyirip tunggal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui senyawa aktif yang terkandung pada Daun paku Kalaka (*Stenochlaena palustris* (Burm.) *Beddome*) di Taman Nasional Baluran melalui skrining fitokimia dan analisis kromatografi lapis tipis (KLT). Tahap penelitian ini diawali dengan persiapan bahan Daun paku Kalaka (*Stenochlaena palustris* (Burm.) *Beddome*), ekstraksi sampel, skining fitokimia dan perolehan data dianalisis secara deskriptif. Selanjutnya uji KLT dilakukan untuk mempertegas keberadaan golongan senyawa yang positif pada skrining fitokimia dan mengetahui profil kromatografi dari ekstrak. Hasil penelitian dapat diketahui bahwa Daun paku Kalaka (*Stenochlaena palustris* (Burm.) *Beddome*) di Taman Nasional Baluran mengandung hasil metabolit flavonoid, tanin galat dan tanin katekol, steroid, saponin, polifenol dan terpenoid jenis triterpenoid

Kata Kunci

senyawa aktif, Kalakai *Stenochlaena palustris*, skrining fitokimia, uji KLT

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara mega biodiversity dengan keanekaragaman hayati tertinggi ke-2 setelah Brazilia. Dari 40.000 jenis flora yang ada di dunia, sebanyak 30.000 jenis dijumpai di Indonesia dan tidak kurang dari 1000 jenis diantaranya diketahui berkhasiat sebagai obat yang telah dipergunakan dalam pengobatan tradisional secara turun temurun oleh berbagai suku di Indonesia. Masyarakat Indonesia sudah sejak ratusan tahun yang lalu memiliki tradisi memanfaatkan tumbuhan dari lingkungan sekitarnya sebagai obat tradisional. Sejak lebih dari dua puluh tahun yang lalu masyarakat dunia, tidak saja di negara-negara Timur melainkan juga di negara-negara Barat, mulai menoleh kembali dan tertarik untuk menggunakan obat-obat alam, yang kita kenal sebagai gerakan Kembali ke Alam atau Back to Nature.

Diterima:
16 September 2018

Dipresentasikan:
22 September 2018

Disetujui Terbit:
13 Desember 2018

Salah satu kawasan dengan biodiversitas khususnya tanaman paku-pakuan adalah di Kawasan TN Baluran yang terletak di Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo, Propinsi Jawa Timur dengan batas-batas wilayah sebelah utara Selat Madura, sebelah timur Selat Bali, sebelah selatan Sungai Bajulmati, Desa Wonorejo dan sebelah barat Sungai Klokoran, Desa Sumberanyar. Berdasarkan SK. Menteri Kehutanan No. 279/Kpts.-VI/1997 tanggal 23 Mei 1997 kawasan TN Baluran seluas 25.000 Ha.

Salah satu tumbuhan yang ada di Taman Nasional Baluran adalah Tumbuhan Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm F) Bedd). Secara morfologi Kalakai merupakan paku tanah, yang memiliki panjang 5-10 m dengan akar rimpang yang memanjat tinggi, kuat, pipih, persegi, telanjang atau bersisik kerap kali dengan tubas yang merayap, tumbuhnya secara perlahan atau epifit dengan akar utama berada di tanah. Daun kalakai menyirip tunggal, dan dimorph. Tangkai daun tumbuhan kalakai berukuran 10-20 cm, yang cukup kuat. Daunnya steril, 30-200 x 20-50 cm, kuat, mengkilat, gundul, yang muda kerap kali berwarna keungu-unguan; anak daunnya banyak, bertangkai pendek, berbentuk lanset, dengan lebar 1,5-4 cm, meruncing dengan kaki lacip baji atau membulat, kedua sisi tidak sama, di atas kaki begerigi tajam dan halus, jarak daun berjarak lebar, anak daun fertil lebarnya 2-5 mm (Hessler et al., 2000)

Tumbuhan Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm F) Bedd). Kalakai di Taman Nasional Baluran memiliki sebaran yang sangat banyak khususnya daerah aliran sungai gunung Baluran dan umumnya belum banyak dimanfaatkan. Pemanfaatan tumbuhan ini hanya untuk sayuran saja, kalakai adalah tumbuhan sebagai sumber pengobatan tradisional, bagian yang diambil batang dan daun. Secara spesifik, kalakai yang digunakan untuk mengobati anemia dan memberikan bukti yang nyata secara empiris (etnobotani). Menurut (Dessy, 2013) Kalakai berkhasiat mencukupi kebutuhan gizi ASI pada ibu menyusui dan balita, pereda demam, mengobati sakit kulit, dan juga sebagai pencuci perut.

Umumnya kandungan senyawa aktif seperti alkaloid dan steroid diduga berperan bilamana terkait dengan kulit. Selain diduga adanya flavonoid terkait dugaan keberadaan senyawa anti oksidan seperti vitamin A dan C. Pada bagian lain potensi tersebut mampu dikembangkan sebagai komoditas unggulan atau bahan dasar komoditas industri khususnya industri pangan dan bahan kosmetik yang saat ini mengacu pada trend back to nature, perlu diteliti dan dikaji secara ilmiah dengan metodologi yang tepat serta mengacu pada SOP yang berlaku. Tujuan Penelitian untuk mengetahui senyawa aktif yang terkandung pada Daun paku Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome) di Taman Nasional Baluran melalui skrining fitokimia dan analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT), sehingga mendapatkan informasi ilmiah tentang potensi tumbuhan kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm. F) Bedd) untuk dijadikan dasar komoditas industri khususnya industri pangan dan bahan kosmetik

METODE

Tahapan dari penelitian ini diawali dengan pengambilan bahan baku Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome) di Taman Nasional Baluran dengan cara menysir kawasan yang lembab dan pengambilan di fokuskan pada daerah Kacip yang merupakan lereng dan sungai yang ada di bekas aliran lahar gunung Baluran. Kemudian sampel yang telah didapatkan dibersihkan dan di ambil daunnya hal ini karena sampel di fokuskan pada daun Kalakai sebab daun ini paling banyak digunakan sebagai sayuran dan bahan obat tradisional sehingga siap untuk proses ekstraksi.

Ekstraksi dilakukan untuk mendapatkan ekstrak daun Tumbuhan Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm F) Bedd).metode ekstrak yang digunakan adalah metode maserasi dengan menggunakan pelarut methanol 96%. Maserasi ini dilakukan sebanyak 3 kali, dimana hasil filtrat yang telah diperoleh dilakuan evaporasi selama 3 jam untuk mendapatkan ekstrak murninya.

Proses skrining fitokimia adalah tahap awal pengujian sampel untuk mengetahui kandungan aktif Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome). Skrining fitokimia meliputi uji Flavonoid, terpenoid, polifenol, tanin galat, tanin katekol, saponin dan alkaloid. Adapun bahan yang digunakan adalah daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome), Aquadest, Pereaksi Bouchardat FeCl₃ 1% , Serbuk Mg, Pereaksi Meyer, Natrium Asetat ,HCl pekat, Pereaksi Dragendrof Formaldehid 3%. Sedangkan alat yang digunakan adalah Tabung Reaksi, Penjepit Tabung, Reaksi Spatula Stainlessteel ,Pipet Tetes, Gelas Ukur, Bunsen ,Corong Gelas, Beaker Glass.

Identifikasi Flavonoid

Digambil 2 mL ekstrak sampel dan ditambahkan 8 mL aquades yang telah dipanaskan selama ± 10 menit. Kemudian hasil sampel disaring dan ditambahkan HCl pekat beberapa tetes serta sedikit serbuk Mg. Hasil positif dari uji ini ditunjukkan dengan adanya perubahan warna merah tua atau merah muda.

Identifikasi Terpenoid

Sebanyak diambil 2 mL ekstrak sampel ditambahkan 8 mL aquades yang telah dipanaskan selama ± 10 menit dan ditambahkan 3 tetes bouchardat. Hasil positif dari uji ini akan berwarna hijau kebiruan mengandung terpenoid jenis steroid, warna orange atau jingga kecoklatan mengandung terpenoid jenis triterpenoid.

Identifikasi Polifenol

Hasil Ekstraksi dimasukkan dalam tabung reaksi sebanyak 2 mL dan ditambahkan 8 mL aquades yang telah dipanaskan selama ± 10 menit. Kemudian dilakukan penyaringan dan ditambahkan 3 tetes FeCl₃. Hasil positif dari uji ini adalah timbulnya berwarna coklat, biru atau hijau kehitaman.

Identifikasi Tanin Galat dan Tanin Kolekol

Hasil Ekstraksi sampel dimasukkan ke dalam dua buah tabung reaksi, dan setiap tabung reaksi diisi sebanyak 2 g sampel serbuk, kemudian untuk uji tanin galat, hasil ekstrak sampel ditambahkan 20 mL aquadest yang telah dipanaskan dipanaskan selama ± 10 menit. Kemudian disaring lalu ditambahkan Natrium asetat dan FeCl₃ 1%. Hasil positif berwarna biru, ungu atau hitam. Sedangkan untuk uji tanin katekol 2 g hasil ekstraksi ekstrak sampel ditambahkan 8 mL aquades yang telah dipanaskan selama ± 10 menit. Kemudian ditambahkan formaldehid 3% dan HCl pekat (4:2). Hasil positif dari uji ini terdapat endapan merah.

Identifikasi Saponin

Sebanyak 2 mL hasil ekstraksi ditambahkan 8 mL aquades yang telah dipanaskan selama ± 10 menit dan disaring. Kemudian ditambahkan 2 mL air pans setelah itu dikocok. Hasil Positif yaitu akan terbentuk buih permanen selama tidak kurang dari 10menit setinggi 1-10cm.

Identifikasi Alkaloid

Sebanyak 2 mL sampel hasil ekstrak ditambahkan 8 mL aquades yang telah dipanaskan selama ± 10 menit, disaring dan dimasukkan ke dalam tiga tabung reaksi. Ditambahkan 6 tetes Pereaksi Meyer pada tabung reaksi pertama, 6 tetes Pereaksi Dragendrof pada tabung reaksi kedua, dan 6 tetes Pereaksi Bouchardat pada tabung reaksi ketiga. Hasil Positif yaitu akan ditandai endapan putih pada Alkaloid dengan Pereaksi Meyer, terdapat endapan berwarna jingga pada Alkaloid dengan Pereaksi Dragendrof, dan terdapat endapan berwarna cokelat pada Alkaloid dengan Pereaksi Bouchardat.

Proses skrining fitokimia dengan metode KLT dilakukan bertujuan untuk mempertegas kandungan aktif flavonoid, tanin galat dan tanin kolekol, steroid, saponin, alkaloid, polifenol, dan terpenoid jenis triterpenoid. Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) yaitu dengan cara yaitu Sebanyak 2 g sampel hasil ekstrak ditambahkan 10 mL Etanol P.A, kemudian filtrat disaring dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Sampel ditotolkan pada fase diam (silica gel 60F254) dan selanjutnya hasil dielusi menggunakan fase gerak masing-masing sesuai dengan identifikasi senyawa. Hasil KLT berupa yang noda atau bercak kemudian hasil totalan diangin-anginkan dan kemudian dilakukan pemeriksaan di bawah Scanner KLT sehingga teridentifikasi nilai Rf (*Retention factor*).

Identifikasi Flavonoid

Fase gerak dari asetyl asetat : asam format : aquadest (85:10:15). Reaksi positif ditunjukkan dengan munculnya grafik yang memiliki nilai Rf tertentu. Untuk Flavonoid jenis dari Quercetin Rf 0.85-0.90, Hiperoside Rf 0.45-0.50, Quercitrin Rf 0.60-0.65, Rutin 0.25-0.30.

Identifikasi Tanin

Fase gerak dari n-butanol : asam asetat : aquadest (4:1:5). Reaksi menunjukkan positif terdapat tanin akan ditunjukkan nilai Rf yang berkisar 0.70 – 0.80

Identifikasi Polifenol

Fase gerak pada Toluene : Etyl asetat (93:7). Reaksi menunjukkan positif akan ditunjukkan dengan terbentuknya Rf 0.25 – 0.35

Identifikasi Terpenoid dan Saponin

Fase gerak pada n-Hexane : Etyl asetat (4:1). Reaksi positif ditunjukkan dengan terbentuknya Rf 0.20-0.25.

Identifikasi Alkaloid

Fase gerak Metanol : NH₄OH (200 : 3). Reaksi positif ditunjukkan dengan nilai Rf sekitar 0.55 – 0.75.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi metanol 96% daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome) yang hidup di kawasan Taman Nasional Baluran dilakukan skrining fitokimia secara kualitatif dengan menggunakan reaksi warna yang dihasilkan, kemudian dilakukan uji lanjut penegasan dengan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Hasil dari skrining fitokimia pada (Tabel

1) dan uji kromatografi lapis tipis (KLT) pada (Tabel 2) menunjukkan dengan nyata bahwa daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome) yang ada dalam kawasan Taman Nasional Baluran positif mengandung terpenoid, polifenol, tanin galat, tanin katekol, alkaloid (pereaksi Dragendorf dan Bouchardat), sedangkan negatif terhadap flavonoid.

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol 96% Daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome)

Uji	Sampel	
	Daun	Hasil uji
Flavonoid		Positif (+)
Terpenoid		Positif (+)
Polifenol		Positif (+)
Tanin	Galat 	Positif (+)
	Katekol 	Positif (+)
Meyer		Negatif (-)
Alkaloid Dragendorf		Negatif (-)

Bouchardat



Positif (+)

Saponin



Positif (+)

Uji Flavonoid

Hasil pengujian untuk senyawa flavonoid pada daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome). Menunjukkan hasil yang menunjukkan adanya flavonoid, dimana ketika sampel direaksikan dengan penetesan HCl pekat dan sedikit serbuk terjadi adanya perubahan sampel menjadi warna merah tua atau merah muda. Begitupun ketika diuji kromatografi lapis tipis Rf positif terhadap jenis flavonoid (Rutin, Hiperoside, Quercitrin, Quercetin). Hasil tersebut menunjukkan bahwa daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome) positif mengandung aglikon atau glikosida karena sebagian besar flavonoid berada dalam bentuk glikosida.

Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome) pada dasarnya mengandung flavonoid (Wahid, 2015). Hasil positif kandungan Flavonoid pada daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome). di Taman Nasional ini karena didukung faktor abiotik maupun biotik yang mempengaruhi terbentuknya metabolit sekunder. Faktor yang dapat mempengaruhi produksi metabolit sekunder yaitu komposisi media kultur, suhu, cahaya, kelembapan, faktor genetik dan stress lingkungan (Rao,2002).

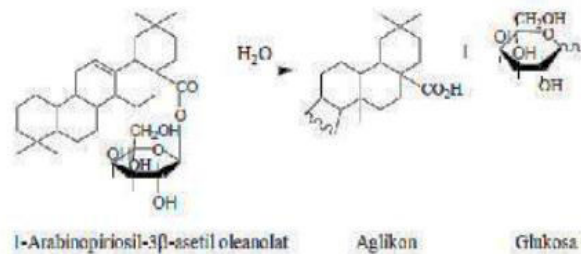
Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome). Yang hidup pada unsur hara yang banyak terkandung akan Kalsium maka akan semakin banyak dalam menghasilkan metabolit sekunder terutama kandungan senyawa flavonoid. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Siswoyo (1999) menyatakan bahwa pemberian kalsium tertinggi pada daun tabat barito juga memiliki flavonoid lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan kalsium yang tercukupi dalam tanah berfungsi sebagai pengaktif enzim pembentuk flavonoid, dimana ada tiga enzim penting yang terlibat dalam jalur biosintesis senyawa fenolik termasuk flavonoid, dan bertindak sebagai enzim pelindung terhadap berbagai *environmental stress* yaitu POD (peroksidase), PPO (polifenol oksidase) dan PAL (fenilalanin amonialyase) (Ningsih, 2014)

Hasil yang didapatkan pada uji Kromatografi Lapis Tipis menunjukkan hasil bahwa daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome) positif mengandung flavonoid dengan Rf Rutin 0.19-0.28, Hiperoside 0.40-0.48, Quercitrin 0.50-0.62, Quercetin 0.79-0.88.

Uji Terpenoid dan Saponin

Hasil skrining Daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) ini dinyatakan positif terhadap adanya kandungan saponin dan terpenoid. Sampel tersebut yang positif mengandung saponin ditunjukkan dengan terbentuknya buih yang bersifat permanen selama kurang lebih 10 menit dengan ketinggian buih 1-10 cm, dan ketika sampel ditambahkan 1 tetes HCl pekat buih tetap

tidak hilang (permanen). Adanya buih yang terbentuk mengidentifikasi terdapatnya glikosida dalam ekstrak sampel yang mempunyai tanda membentuk buih dalam air yang terhidrolisis menjadi glukosa dan senyawa lainnya (Hanani, 2014). Berikut ini reaksi kimianya (Marliana, 2005).



Gambar 1. Mekanisme reaksi pada uji Saponin.

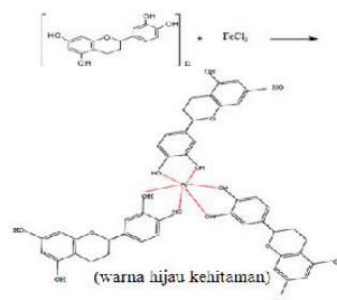
Hal ini didukung oleh hasil dari uji kromatografi lapis tipis yang menunjukkan bahwa sampel Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) positif mengandung terpenoid dan saponin. Hasil analisa yang dilakukan dengan metode KLT terpenoid memiliki nilai Rf pada daun 0.22-0.27 maka KLT saponin juga (+). Hal ini dikarenakan saponin merupakan bentuk glikosida dengan molekul gula yang terikat dengan aglikon triterpen dan stereroid, dimana triterpen dan steroid merupakan dua diantara beberapa macam terpenoid.

Uji polifenol

Hasil uji kandugan polifenol pada daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) positif mengandung polifenol yang ditandai dengan munculnya perubahan warna menjadi hijau kecoklatan. Perubahan warna yang terjadi tersebut disebabkan ketika $FeCl_3$ ditambahkan akan bereaksi dengan salah satu gugus hidroksi yang ada pada senyawa polifenol (Marliana, 2005). Hasil tersebut didukung dengan hasil uji KLT yang menunjukkan bahwa munculnya satu bercak yang itu merupakan tanda terdapatnya polifenol, dimana Rf pada daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) sebesar 0.30-0.44

Uji Tanin

Hasil dari skrning ekstrak sampel daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.) . menunjukkan bahwa sampel positif adanya kandungan tanin galat dan katekol. Pada pengujian tanin galat ketika ekstrak sampel ditambahkan dengan larutan $FeCl_3$ 1% timbulnya warna hijau kehitaman. Hal tersebut terjadi disebabkan senyawa tanin bereaksi dengan ion Fe^{3+} membentuk senyawa yang lebih kompleks (berikut rumus kimia reaksi ion Fe^{3+} dengan senyawa tanin menurut Harborne, 1987). Reaksinya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme reaksi pada uji tanin

Hal ini juga didukung dengan penegasan pada uji Kromatografi Lapis Tipis yang menunjukkan hasil bahwa daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.)positif mengandung tanin galat maupun tanin kolekol dengan 0.63-0.84.

Uji Alkaloid

Hasil uji alkaloid pada sampel daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.)). menunjukkan hasil positif hanya pada uji dragendrof, sedangkan pada uji Mayer dan Wagner menunjukkan hasil yang negatif. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya endapan karena adanya pergantian ligan, dimana alkaloid mengandung nitrogen bebas yang akan mengganti io-iod pada reagen Dragendorf Wagner (Titis, 2013) sehingga akan terbentuk endapan dalam larutan.

Sedangkan pada uji Mayer dan Wagner menunjukkan hasil yang negatif hal ini terjadi karena tidak dihasilkan endapan dalam larutan, sampel hal ini dimungkinkan karena kandungan alkaloid didalam sampel Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.)) bersifat alkaloid purin. Dimana Alkaloid purin tersebut merupakan basa lemah, dimana alkaloid purin membentuk garam hanya dengan asam kuat, asam organik seperti sitrat, natrium asetat ataupun benzoat, yang hal ini tidak memberikan endapan dengan reagen Mayer maupun reagen Wagner (El-Sakka, 2010).

Selanjutnya dengan uji penegasan menggunakan KLT. Hasil menunjukkan bahwa daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.)). dinyatakan negatif terhadap kandungan alkaloid.

SIMPULAN

Hasil skrining fitokimia dan uji Kromatografi lapis tipis pada sampel daun Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.)). mengandung metabolit sekunder Flavonoid, polifenol, tanin, terpenoid dan saponin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya berikan kepada pihak laboran, seluruh pihak yang telah menyetujui penelitian ini dan pihak-pihak yang membantu kelancaran penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- El-sakka, M.A. 2010. *Phytochemistry (3) Alkaloids*. Al Azhar University Faculty of Pharmacy Department of Pharmacognosy.
- Hanani, E. 2014. *Analisis Fitokimia*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*, diterjemahkan oleh Padmawinata, K. Bandung : ITB
- Marliana, S. D, Suryanti, V., Suyono. 2005. Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Komponen Kimia Buah Labu Siam (*Sechium edule* Jacq. Swartz.) dalam Ekstrak Etanol. *Biofarmasi*. 3 (1): 26-31.
- Maharani, Dessy Maulidya. 2013. STUDI POTENSI KALAKAI (*Stenochlaena palustris* (BURM.F) BEDD), SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru
- Ningsih, I. Y. 2014. The Effects Of Biotic And Abiotic Elicitors On Production Of Flavonoids By Plant Tissue Culture. Jember : Universitas Jember. *PHARMACY, Vol.11 No. 02 Desember 2014 ISSN 1693-3591*.

- Rao, S.R., Ravishankar, G.A., 2002. Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, 20:101-153.
- Titis, Muhammad B.M., Fachriyah, E., dan Kusri, Dewi. 2013 Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktifitas Senyawa Alkaloid Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis). *Chem info. 1 (1):196-201*.
- Wahid, F., Khan, T., Shehzad, O., Shehzad, A., Kim, Y.Y. 2015. Phytochemical analysis and effects of Pteris

SKRINING FITOKIMIA DAN ANALISIS KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS SENYAWA TERPENOID PADA TUMBUHAN PAKU *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kunze) Holttum, *Dryopteris hirtipes* (Bl.) Kuntze, *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching, *Pteris vittata* L. dan *Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome DI TAMAN NASIONAL BALURAN

Eko Sri Sulasmi, Lely Rindiyanti Febrina Tetiyo Putri, Murni Sapta Sari, dan Suhadi

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Malang

Jalan Semarang Malang No.05 Malang

E-mail: eko.sri.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Senyawa terpenoid sangat penting untuk tumbuhan maupun lingkungannya. Adanya senyawa terpenoid dapat menjadikan tumbuhan sebagai tanaman obat. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui adanya senyawa terpenoid pada tumbuhan paku *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kunze) Holtum, *Dryopteris hirtipes* (Bl.) Kuntze, *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching, *Pteris vittata* L., dan *Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome dengan metode skrining fitokimia dan Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Prosedur pada penelitian ini diawali dengan preparasi sampel, ekstraksi sampel, skrining fitokimia, dan uji kromatografi lapis tipis, kemudian hasil data dianalisis secara deskripsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel mengandung terpenoid jenis triterpenoid.

Kata Kunci

skrining fitokimia, kromatografi lapis tipis, terpenoid, *Pseudocyclosorus ochthodes*, *Dryopteris hirtipes*, *Phymatodes scolopendria*, *Pteris vittata*, *Stenochlaena palustris*.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan alam hayati yang sangat beranekaragam jenisnya, salah satunya yaitu tumbuhan paku. Tumbuhan paku dapat dimanfaatkan sebagai obat karena menghasilkan metabolit sekunder. Metabolit sekunder berperan penting dalam proses kehidupan tumbuhan. Senyawa metabolit sekunder memiliki kemampuan untuk mempertahankan diri dari serangan bakteri, jamur, ataupun serangan makhluk hidup lainnya (Azkiyah, 2013).

Djoronga *et al.* (2014) dan Ondo *et al.* (2013) menyatakan bahwa pada tumbuhan pakupakuan memiliki senyawa metabolit sekunder antara lain alkaloid, flavonoid, tannin, triterpenoid, saponin, dan steroid. Terpenoid adalah kelompok senyawa metabolit sekunder yang terbesar, dilihat dari jumlah senyawa maupun variasi kerangka dasar strukturnya. Terpenoid juga merupakan komponen utama penyusun minyak atsiri (Kristanti, 2008; Achmad, 1986).

Secara kimia, terpenoid larut dalam lemak, mudah menguap dan terdapat di dalam sitoplasma sel tumbuhan (Septiana, 2011; Achmad, 1986). Senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan tumbuhan pesaingnya dan dapat bekerja sebagai insektisida. Hasil penelitian Gunawan (2008) isolasi terpenoid dari herba meniran (*Phyllanthus niruri* Linn), yaitu jenis

phytadiene dan 1,2-seco cladiellan menunjukkan penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. Coli*. Namun, penelitian mengenai kandungan senyawa terpenoid pada daun tumbuhan paku *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kunze) Holtum, *Dryopteris hirtipes* (Bl.) Kuntze, *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching, *Pteris vittata* L., dan *Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome yang ada di Taman Nasional Baluran masih belum dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kandungan senyawa terpenoid pada daun 5 spesies tumbuhan paku tersebut dengan metode skrining fitokimia dan Kromatografi Lapis Tipis (KLT).

METODE

Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain tabung reaksi, pipet tetes, corong gelas, penjepit tabung reaksi, gelas ukur, beaker glass, spatula stainlesssteel, bunsen, beaker glass, chamber, gelas ukur, UV lamps, corong, TLC scanner, spatula stainlesssteel, kertas saring, linomat5 syringe, dan hairdryer.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain daun *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kunze) Holtum, daun *Dryopteris hirtipes* (Bl.) Kuntze, daun *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching, daun *Pteris vittata* L., dan daun *Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome, aquadest, pereaksi bouchardat, FeCl₃ 1%, serbuk Mg, pereaksi meyer, natrium asetat, HCl pekat, pereaksi dragendrof, formaldehid 3%, metanol 96%, silica gel 60F254, etanol P.A, n-Hexane, dan etyl asetat.

Prosedur kerja

1. Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun tumbuhan paku. Daun yang digunakan pada penelitian ini telah diidentifikasi di Herbarium Malangensis Universitas Negeri Malang dan dinyatakan sebagai daun dari spesies *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kunze) Holtum, *Dryopteris hirtipes* (Bl.) Kuntze, *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching, *Pteris vittata* L. dan *Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome. Sampel dikering anginkan, kemudian dihaluskan dengan cara diblender atau digiling.

2. Ekstraksi senyawa bioaktif

Sampel yang sudah halus, diekstrak dengan pelarut metanol 96% selama 24 jam. Ekstrak disaring dan diuapkan menggunakan *vacuum rotary evaporator* sampai diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental yang diperoleh disimpan dalam *refrigerator* dengan suhu $\pm 4^{\circ}$ C.

3. Identifikasi terpenoid dengan metode skrining fitokimia






Sejumlah 2 ml sampel ekstrak ditambahkan 8 ml aquades yang sudah dipanaskan selama ± 10 menit. Kemudian filtrat disaring dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan pereaksi 3 tetes bouchardat. Jika positif mengandung terpenoid jenis steroid akan menghasilkan warna hijau kebiruan. Jika positif mengandung terpenoid jenis triterpenoid akan menghasilkan warna orange atau jingga kecoklatan.

4. Identifikasi terpenoid dengan metode kromatografi lapis tipis.

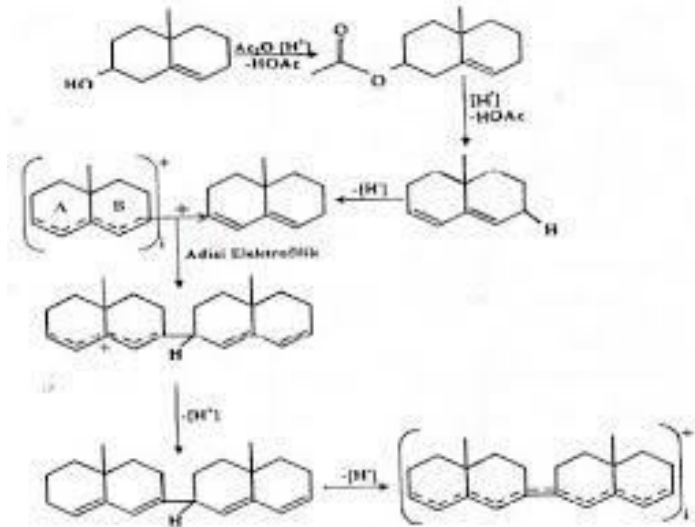
Sebanyak 2 gr sampel ekstrak ditambahkan 10 ml etanol P.A. Disaring filtratnya, dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian filtrat ditotolkan pada plat silica gel 60F254. Selanjutnya dielusi dengan n-Hexane : Etyl Asetat (4 : 1). Perhitungan nilai R_f dilakukan dengan alat Camag TLC Scanner 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data hasil pengujian kandungan terpenoid menggunakan metode skrining fitokimia

Nama Sampel	Hasil	Keterangan
Daun <i>Pseudocyclosorus ochthodes</i> (Kunze) Holtum		+
Daun <i>Dryopteris hirtipes</i> (Bl.) Kuntze		+
Daun <i>Phymatodes scolopendria</i> (Burm.) Ching		+
Daun <i>Pteris vittata</i> L.		+
Daun <i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.) Beddome		+

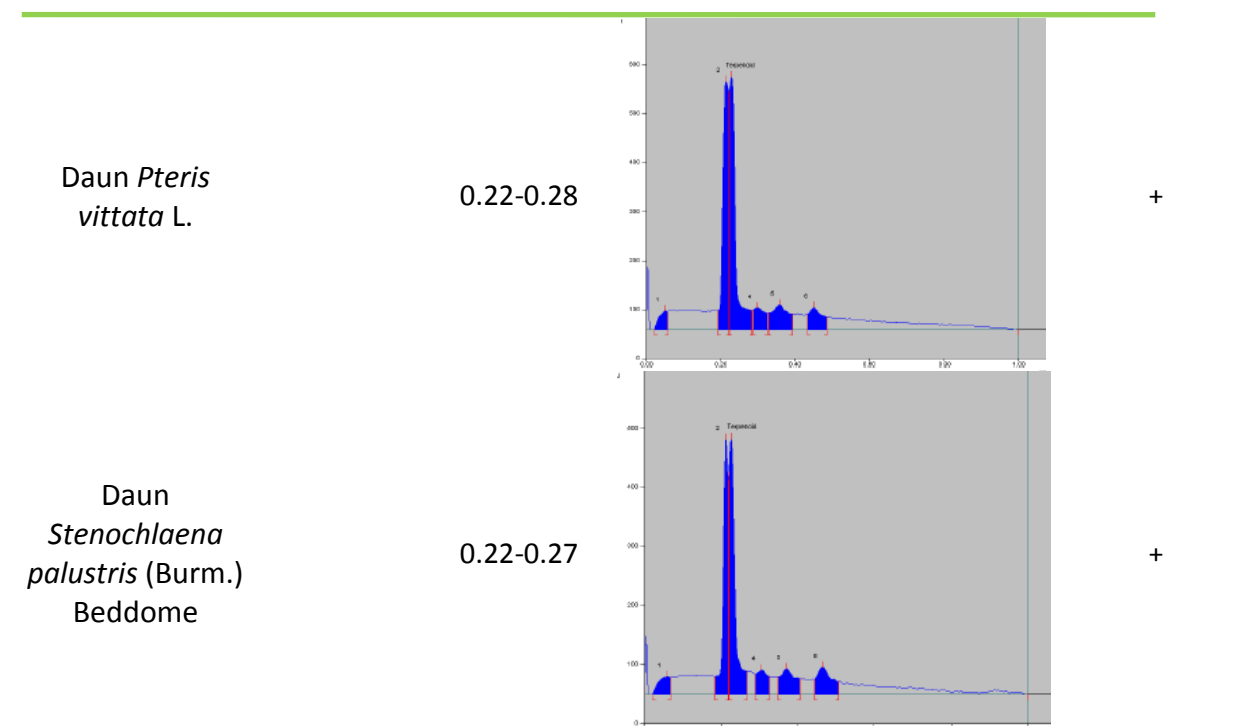
Berdasarkan Tabel 1 di atas, menunjukkan bahwa pada daun *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kunze) Holtum, daun *Dryopteris hirtipes* (Bl.) Kuntze, daun *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching, daun *Pteris vittata* L., dan daun *Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome positif mengandung senyawa terpenoid jenis triterpenoid. Hal ini ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna menjadi orange atau jingga kecoklatan setelah sampel ditambahkan pereaksi bouchardat. Perubahan warna ini terjadi karena proses oksidasi pada senyawa terpenoid dengan membentuk ikatan rangkap terkonjugasi (Setyowati, *et. al.* 2014). Reaksi ini diawali dengan proses asetilasi gugus hidroksil menggunakan asam asetat anhidrida. Gugus asetil akan lepas, sehingga terbentuk ikatan rangkap. Selanjutnya terjadi pelepasan gugus hidrogen beserta elektronnya yang mengakibatkan ikatan rangkap berpindah dan senyawa mengalami perpanjangan konjugasi, sehingga muncul cincin coklat (Siadi, 2012).



Gambar 1. Reaksi Liberman-Burcard Penapisan Fitokimia.

Tabel 2. Data hasil pengujian kandungan terpenoid menggunakan metode KLT

Nama Sampel	Range Rf identifikasi terpenoid	Nilai Rf hasil uji	Peak display	Keterangan
Daun <i>Pseudocyclosorus ochthodes</i> (Kunze) Holttum		0.18-0.26		+
Daun <i>Dyopteris hirtipes</i> (Bl.) Kuntze	0.20 – 0.25	0.18-0.27		+
Daun <i>Phymatodes scolopendria</i> (Burm.) Ching		0.19-0.28		+



Pada Tabel 2 diperoleh data rentangan nilai Rf daun *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kunze) Holttum sekitar 0.18-0.26, rentangan nilai Rf daun *Dryopteris hirtipes* (Bl.) Kuntze sekitar 0.18-0.27, daun *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching sekitar 0.19-0.28, daun *Pteris vittata* L. Sekitar 0.22-0.28, dan daun *Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome sekitar 0.22-0.27. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa daun pada 5 spesies *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kunze) Holttum, *Dryopteris hirtipes* (Bl.) Kuntze, *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching, *Pteris vittata* L. dan *Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome positif mengandung terpenoid, hal ini ditandai dengan nilai Rf sampel uji masuk dalam rentangan nilai Rf identifikasi terpenoid berdasarkan eluen n-Hexane : Etyl Asetat → (4 : 1), yaitu 0.20 – 0.25.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada daun kelima spesies tumbuhan paku yang terdapat di Taman Nasional Baluran yaitu *Pseudocyclosorus ochthodes* (Kunze) Holtum, daun *Dryopteris hirtipes* (Bl.) Kuntze, daun *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching, daun *Pteris vittata* L., dan daun *Stenochlaena palustris* (Burm.) Beddome yang dianalisis dengan metode skrining fitokimia dan kromatografi lapis tipis positif mengandung terpenoid jenis triterpenoid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada laboran fitokimia UPT Materia Medica Batu, Jawa Timur, yang telah membantu melakukan uji skrining fitokimia dan uji KLT sampel penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

Achmad SA. 1986. *Buku Materi Pokok Kimia Organik Bahan Alam*. Jakarta: Universitas Terbuka.

-
- Azkiyah SZ. 2013. *Isolasi Senyawa Aktif Antioksidan dari Fraksi n-heksana Tumbuhan Paku Nephrolepis falcata (Cav.) C. Chr.* Skripsi, Program Studi Farmasi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 1.
- Djoronga MI, Pandiangan D, Kandou FEF, dan Tangapo A. 2014. Penapisan Alkaloid pada Tumbuhan Paku dari Halmahera Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT*, 3 (2), 102-107.
- Gunawan IWG, Bawa IGAG, dan Sutrisnayanti NL. 2008. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Terpenoid yang Aktif Antibakteri pada Herba Meniran (*Phyllanthus niruri* Linn). *Jurnal Kimia*, 2(1), 31-39.
- Kristanti AN, Aminah NS, Tanjung M, Kurniadi B. 2008. *Fitokimia*. Surabaya: Airlangga University Press
- Ondo JP, Louis CO, Timoleon AB, Gontran, Edouard, and Jacques L. 2013. Phytochemical Screening, Total Phenolic Content, and Antiradical Activity Of *Asplenium africanum* (Aspleniaceae) and Fruit Of *Megaphrinium macrostachyum* (Marantaceae). *Journal Of Applied Pharmaceutical Science* 3(08):92-96.
- Septiana R. 2011. *Identifikasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Teraktif Daun Sirih Merah (Piper crocatum Ruiz & Pav.)*. Skripsi, Program Studi Kimia, Universitas Sebelas Maret, 15-16.
- Setyowati WAE, Ariani SRD, Ashadi, Mulyani B, Rahmawati CP. 2014. *Skrining Fitokimia dan Identifikasi Komponen Utama Ekstrak Metanol Kulit Durian (Durio zibethinus Murr.) Varietas Petruk*. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI di UNS Surakarta.
- Siadi K. 2012. Ekstrak Bungkil Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) Sebagai Biopestisida yang Efektif dengan Penambahan Larutan NaCl. *Jurnal Mipa*, 35(2): 77-83.

Phenology Study of Aquatic Plants (*Sagittaria lancifolia* and *Echinodorus radicans*) in Purwodadi Botanic Garden

Elza Ismaya Dewi¹, Lusky Andriana¹, dan Rony Irawanto^{2,3}

¹ Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

² Kebun Raya Purwodadi - LIPI, Pasuruan.

³ Ilmu Lingkungan, Universitas Brawijaya, Malang.

Email: biony96@yahoo.com

Abstrak

The Purwodadi Botanic Garden as an *ex-situ* plant conservation institution have task of conservation, research, education, tourism and environmental services. This research aim is to observe of aquatic plants collection. One of the interesting, distinctive and unique aquatic plants collection species in Purwodadi Botanic Garden are *Sagittaria lancifolia* and *Echinodorus radicans*. Both of aquatic species belongs to Alismataceae family, where Indonesia has a high diversity of species from Alismataceae so it needs conservation efforts. *Sagittaria lancifolia* and *Echinodorus radicans* are ornamental plants that can be utilized for water purification through phytoremediation techniques. The use of *Sagittaria lancifolia* and *Echinodorus radicans* in reducing the toxicity of wastewater are still rarely studied and should be developed. Wastewater treatment system using plants or usually call phytoremediation techniques are easy and environment friendly. Therefore, observation needs to be done as basic research for phytoremediation. This phenological observations were conducted in the garden from January 22, 2018 to February 15, 2018. The results of phenological observations began to show the time of inflorescence, flowers bloom, fruitful time, ripe fruit, and fruitful finish.

Kata Kunci:

phenology;
Echinodorus radicans;
Sagittaria lancifolia;
Purwodadi Botanic
Garden.

PENDAHULUAN

Fenologi adalah ilmu tentang periode fase-fase yang terjadi secara alami pada tumbuhan. Berlangsungnya fase-fase seperti bunga dan buah, sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekitar, seperti lama penyinaran, suhu dan kelembaban udara (Fewless, 2006). Suatu tumbuhan akan memiliki perilaku yang berbeda-beda pada pola perbungaan dan perbuahannya, akan tetapi pada umumnya diawali dengan pemunculan kuncup bunga dan diakhiri dengan pematangan buah (Tabla dan Vargas, 2004).

Kegiatan pengamatan fenologi yang mencatat penampakan aktivitas tumbuhan secara berkala pada waktu tertentu merupakan salah satu aktivitas rutin yang dilakukan di kebun raya. Menurut Perpres 93/2011, kebun raya didefinisikan sebagai kawasan konservasi tumbuhan secara *ex-situ* yang memiliki koleksi tumbuhan terdokumentasi dan ditata berdasarkan pola klasifikasi taksonomi, bioregion, tematik atau kombinasi dari pola-pola tersebut untuk tujuan kegiatan konservasi, penelitian, pendidikan, wisata, dan jasa lingkungan.

Diterima:

12 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

30 Desember 2018

Kebun raya di Indonesia sebagai lembaga konservasi tumbuhan, tidak diragukan lagi merupakan pilar penyelamatan tumbuhan dari kepunahan.

Kebun raya tidak semata tempat konservasi tumbuhan, namun juga sebagai objek pendidikan lingkungan. Peranan ini menjadi populer karena pengunjung dapat menikmati langsung keindahan kebun raya sekaligus menambah wawasan dan pengetahuan tentang tumbuhan (Irawanto, 2016). Tumbuhan yang memiliki keindahan bentuk namun juga berfungsi sebagai fitoremediasi adalah tumbuhan akuatik.

Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah ataupun perairan yang terkontaminasi limbah. Akhir-akhir ini teknik fitoremediasi mengalami perkembangan pesat karena terbukti lebih murah dibandingkan metode lainnya. Tumbuhan akuatik berfungsi sebagai pengelola limbah cair. Sehingga dengan adanya tumbuhan akuatik maka pencemaran air limbah dapat diatasi dan masalah kualitas air dapat diselesaikan.

Air limbah menjadi persoalan terutama di perkotaan dengan kepadatan penduduk yang semakin meningkat. Setiap rumah tangga yang tinggal di perkotaan pasti membutuhkan tempat pembuangan air limbah. Air limbah bila tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun kesehatan. Untuk itu perlu dikembangkan penelitian tentang jenis-jenis tumbuhan yang mampu mengakumulasi limbah sehingga aman bagi kesehatan dan lingkungan.

Indonesia termasuk negara yang memiliki system jaringan air limbah (*sewerage*) terendah di Asia, dan akses sanitasi layak belum dinikmati seluruh masyarakat Indonesia. Sehingga gangguan kesehatan banyak ditemui. Provinsi Jawa Timur memiliki akses sanitasi layak sebesar 62,9% lebih rendah dibandingkan Provinsi Jawa Tengah, DIY Yogyakarta, dan Bali (Nafia'ah, 2015).

Tumbuhan akuatik dalam pengolahan air limbah sudah banyak dilakukan baik dalam skala laboratorium maupun industri. Dari beberapa metode pengolahan biologis, penggunaan tumbuhan akuatik merupakan metode yang relatif baru dalam menurunkan kadar bahan organik di perairan (Irawanto, 2010). Penelitian ini bertujuan mengamati fenologi tumbuhan akuatik. Jenis tumbuhan akuatik yang diamati adalah *Sagittaria lancifolia* dan *Echinodorus radicans*. Berapa waktu yang diperlukan dalam fase perbungaan dan perubahan fisik yang terjadi selama fase perbungaan sampai perbuahan pada kedua tumbuhan akuatik tersebut. Informasi ini diharapkan dapat menambah khasanah pengetahuan mengenai aspek fenologi *Sagittaria lancifolia* dan *Echinodorus radicans* yang memiliki potensi besar sebagai fitoremediasi air limbah.

METODE

Penelitian dilakukan secara deskriptif, berdasarkan studi literatur dan observasi/ pengamatan di lapangan. Studi literatur dilakukan terkait deskripsi mengenai tumbuhan akuatik (botani, ekologi dan potensinya), sedangkan observasi dilakukan untuk mencatat fenologi pada beberapa tumbuhan akuatik koleksi *Sagittaria lancifolia* dan *Echinodorus radicans* di Kebun Raya Purwodadi-LIPI.

Penelitian dilaksanakan selama sebulan dari 22 Januari s/d 15 Februari 2018, pada kedua jenis tumbuhan akuatik (*Sagittaria lancifolia* dan *Echinodorus radicans*), masing-masing empat individu yang diamati pada kolam 2 dan kolam 3. Alat observasi yang digunakan berupa alat tulis, buku lapangan, kamera dan alat ukur berupa meteran. Data yang diperoleh dianalisis

secara deskriptif dengan membuat tabulasi grafik dan table dengan gambar pada setiap fase-fase yang ditemui.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Tumbuhan Akuatik

Secara umum tumbuhan akuatik dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori: a. Mengapung (*floating*) dimana seluruh bagian tumbuhan atau sebagian (daun) mengapung pada permukaan air, b. Muncul (*emerged*) dimana tumbuhan muncul diatas permukaan air namun akarnya berada dalam sedimen, dan c. Tenggelam (*submerged*) dimana seluruh tumbuhan berada di dalam air (Tanaka *dkk.*, 2011). Pengelompokan ini biasanya didasarkan atas posisi alami tumbuhan akuatik tersebut berada di perairan (Beardshow, 2003).

Menurut Irawanto (2009) terdapat 34 jenis tumbuhan akuatik yang ditemukan di Kebun Raya Purwodadi dan berpotensi sebagai tanaman hias, sumber pangan, obat dan kerajinan. Seiring waktu terjadi perubahan koleksi tumbuhan akuatik menjadi 15 jenis (Irawanto, 2013). Sedangkan inventarisasi terakhir hanya terdapat 10 jenis tumbuhan akuatik koleksi, salah satunya suku Alismataceae (Irawanto, 2015). Suku Alismataceae hampir seluruhnya merupakan tumbuhan yang berada pada habitat perairan atau tumbuhan akuatik (Lawrence, 1964). Menurut Heywood *dkk.* (2007) suku Alismataceae merupakan suku tumbuhan akuatik (*water-plantain family*) yang terdiri dari 80 jenis dengan penyebaran kosmopolitan. Koleksi tumbuhan suku Alismataceae di Kebun Raya Purwodadi saat ini terdiri dari 2 jenis yaitu *Echinodorus radicans* dan *Sagittaria lancifolia*. Kedua jenis tumbuhan akuatik tersebut diuraikan secara singkat dibawah ini.

***Echinodorus radicans* (melati air)**

Dikenal dengan nama melati air atau *burhead*. Tumbuh berumpun setengah terendam. Daun tunggal, kaku, tangkai bersegi hingga membulat ke arah pangkal daun, panjang 50-100 cm, diameter 1-3 cm, keras, beralur sepanjang tangkai dan berbintik-bintik putih dengan warna dasar hijau muda. Bentuk daun bulat telur, pangkal berlekuk, ujung membulat, tulang daun menjari, menonjol jelas ke arah permukaan bawah, permukaan atas kasap, berwarna hijau muda. Tepi daun rata dan merupakan anak tulang daun yang menyatu dari pangkal ke ujung daun. Perbungaan muncul ditengah tangkai daun, tersusun seperti untaian payung, bunga berkelopak hijau keras dan kecil, bermahkota putih tipis berukuran lebih besar dari kelopak, putik dan benang sari berwarna kuning. Melati air kerap berbunga tak kenal musim dan tidak perlupenanganan khusus karena mudah untuk hidup (Mursito, 2011). Namun melati air tidak tahan dengan sinarmatahari sepanjang hari. Jika daunnya berwarna kekuning-kuningan, sebaiknya dipindah ke tempat yang sedikit terlindung (Mursito, 2011). Tersebar di Amerika tengah, lembah Mississipi dan Venezuela, berasal dari Brazil, Peru, Meksiko, dan Uruguay. Perbanyakkan dengan biji dan anakan (Hidayat *dkk.*, 2004). Habitusnya dapat dilihat pada Gambar 1.

***Sagittaria lancifolia* (daun tombak)**

Dikenal dengan nama *arrowhead*, karena daunnya berbentuk mata panah atau menyerupai tombak. Tumbuhan tegak dan kaku, mencapai tinggi 1 m. Daun berbentuk seperti tombak, lonjong agak menyempit atau berbentuk hampir seperti pita memanjang. Warna daun hijau cerah dan agak mengkilat, dengan tulang daun agak menonjol. Bunga tersusun

dalam pusaran. Bunga kecil-kecil berwarna putih, dengan totol cokelat di bagian tengah, tersusun dalam tandan. Pada satu tandan, setiap pusaran rata-rata terdiri dari 3 kuntum bunga yang mahkotanya berwarna putih dan membulat. Kelopak terdiri atas 3 helai berukuran kecil, berwarna kehijauan. Habitat pada kolam-kolam yang tidak terlalu dalam tetapi memiliki tanah lumpur yang cukup subur. Umumnya dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Berasal dari Amerika tropis terutama daerah Florida sampai Puerto Rico. Perbanyak dengan biji dan anakan. Masa berbunga sepanjang tahun (Hidayat *dkk.*, 2004; Don *dkk.*, 2000). Habitusnya dapat dilihat pada Gambar 1.



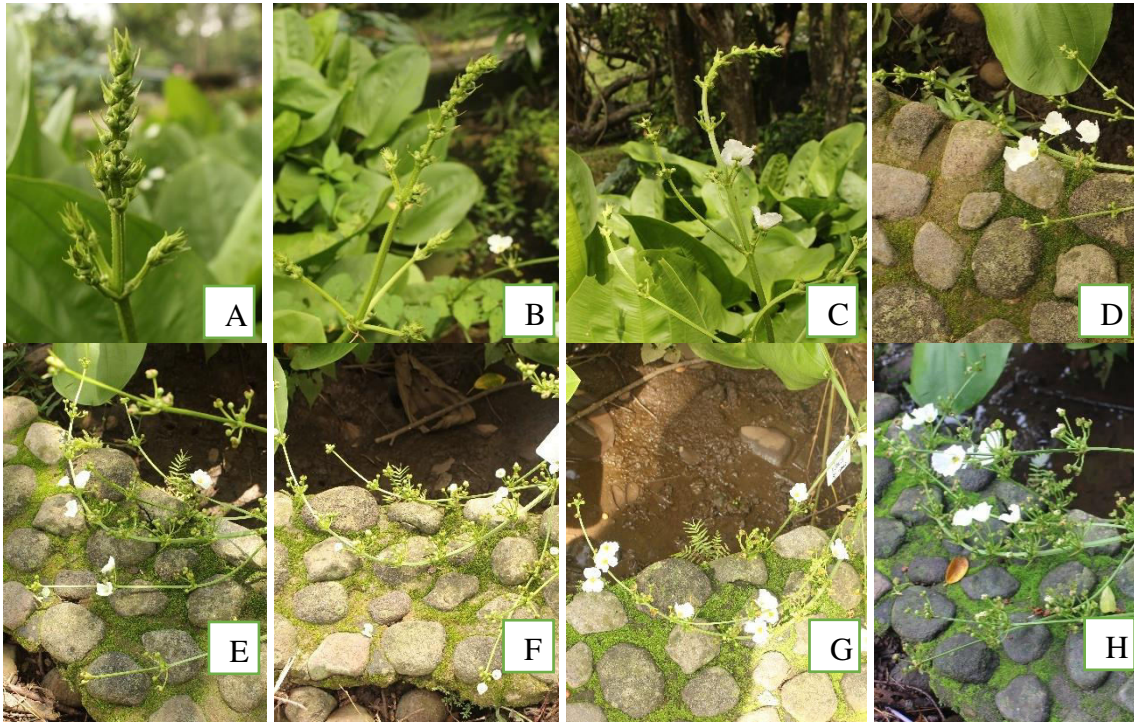
Gambar 1. Habitus koleksi tumbuhan akuatik *Echinodorus radicans* (1) dan *Sagittaria lancifolia* (2).

Fenologi Tumbuhan Akuatik

Secara ekologi data fenologi ini sangat penting, untuk mengetahui perilaku jenis tumbuhan pada suatu daerah tertentu atau respon terhadap perubahan iklim yang merupakan proses adaptasi tumbuhan tersebut di alam (Irawanto, 2014). Kegiatan pengamatan fenologi yang mencatat penampakan aktivitas tumbuhan secara berkala pada waktu tertentu merupakan salah satu aktivitas rutin yang dilakukan di kebun raya.

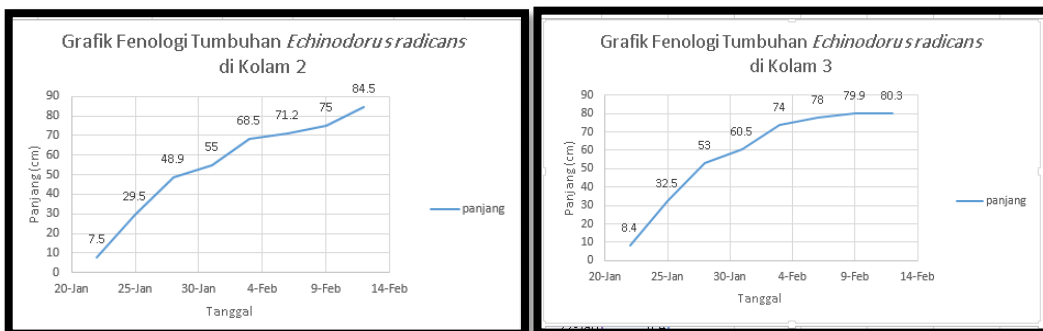


Gambar 2. Pengamatan Fenologi Tumbuhan *Echinodorus radicans* di Kolam 2 (A = Hari ke-1; B = Hari ke-4; C = Hari ke-7; D = Hari ke-10; E = Hari ke-13; F = Hari ke-16; G = Hari ke-19; H = Hari ke-21)

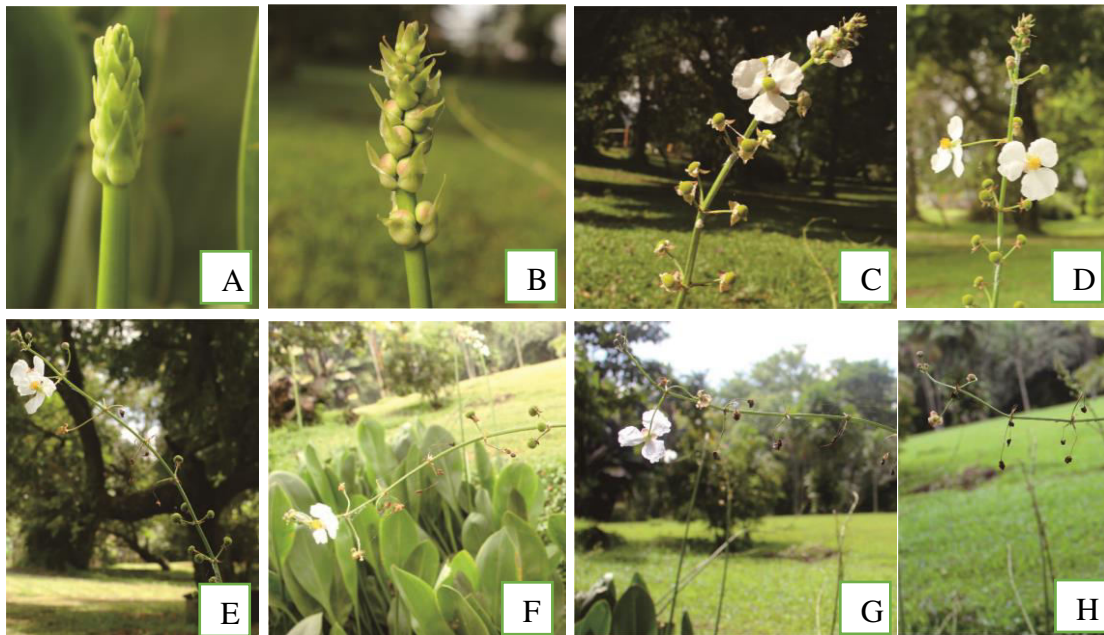


Gambar 3. Pengamatan Fenologi Tumbuhan *Echinodorus radicans* di Kolam 3 (A = Hari ke-1; B = Hari ke-4; C = Hari ke-7; D = Hari ke-10; E = Hari ke-13; F = Hari ke-16; G = Hari ke-19; H = Hari ke-21)

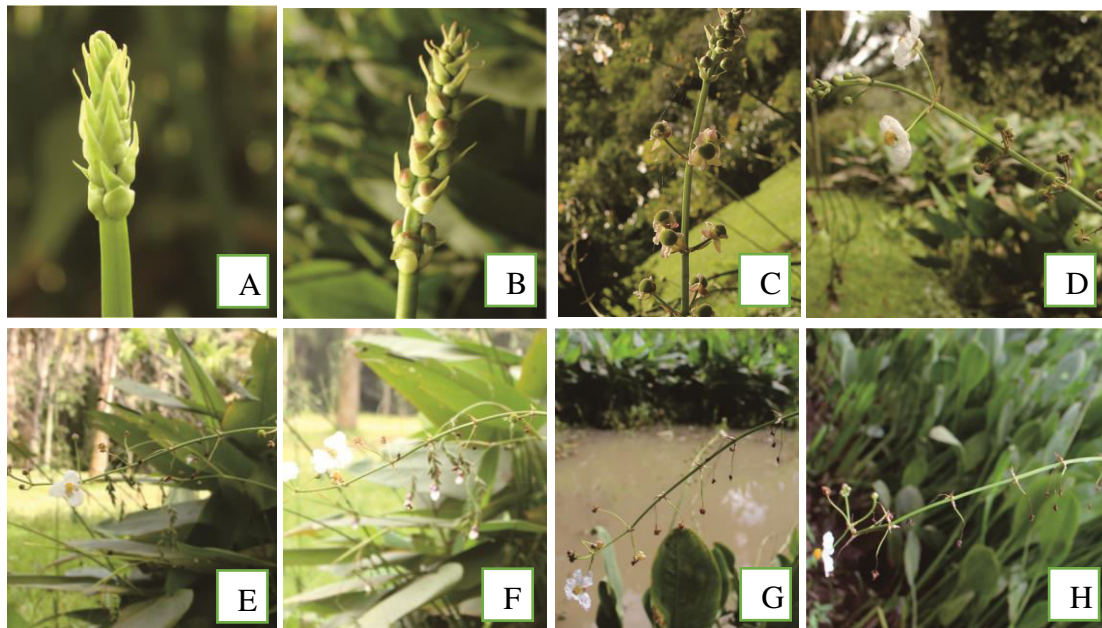
Berdasarkan dari pengamatan di kolam 2 (Gambar 2) dan kolam 3 (Gambar 3) maka data grafik fenologi tumbuhan *Echinodorus radicans* (Gambar 4) didapatkan hasil linear antara waktu (hari) dan panjang tumbuhan (cm) di kolam 2 dan kolam 3. Pengamatan pertama dilaksanakan pada tanggal 23 Januari dengan panjang tumbuhan 7,5 cm dan pengamatan terakhir pada tanggal 12 Februari dengan panjang 84,5 cm. Sedangkan kolam 3 pengamatan pertama tumbuhan *Echinodorus radicans* memiliki panjang 8,4 cm dan pengamatan terakhir yaitu 80,3 cm. Dapat disimpulkan tumbuhan *Echinodorus radicans* pada kolam 2 memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan tumbuhan *Echinodorus radicans* pada kolam 3. Pengamatan ini dilakukan tiga hari sekali dan sebanyak delapan kali pengamatan.



Gambar 4. Grafik Fenologi Tumbuhan *Echinodorus radicans* di Kolam 2 dan Kolam 3.



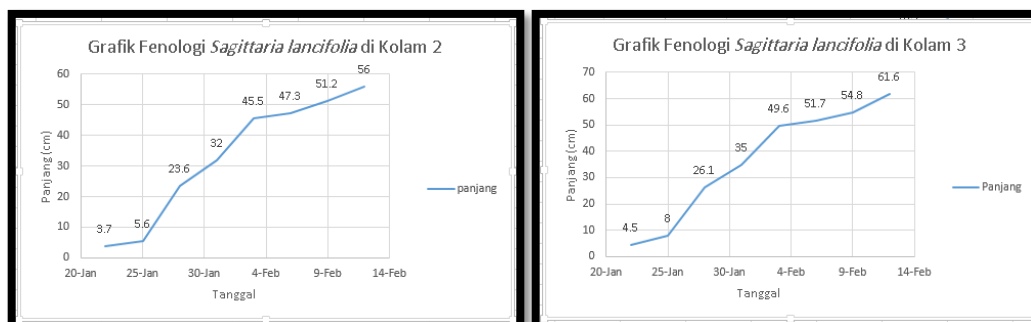
Gambar 5. Pengamatan Fenologi Tumbuhan *Sagittaria lancifolia* di Kolan 2 (A = Hari ke-1; B = Hari ke-4; C = Hari ke-7; D = Hari ke-10; E = Hari ke- 13; F = Hari ke-16; G = Hari ke-19; H = Hari ke-21).



Gambar 6. Pengamatan Fenologi Tumbuhan *Sagittaria lancifolia* di Kolan 3 (A = Hari ke-1; B = Hari ke-4; C = Hari ke-7; D = Hari ke-10; E = Hari ke- 13; F = Hari ke-16; G = Hari ke-19; H = Hari ke-21).

Berdasarkan dari pengamatan di kolam 2 (Gambar 5) dan kolam 3 (Gambar 6) maka data grafik fenologi tumbuhan *Sagittaria lancifolia* (Gambar 7) didapatkan hasil linear antara waktu (hari) dan panjang tumbuhan (cm) di kolam 2 dan kolam 3. Pengamatan pertama dilaksanakan pada tanggal 23 Januari dengan panjang tumbuhan 3,7 cm dan pengamatan terakhir pada tanggal 12 Februari dengan panjang 56 cm. Sedangkan kolam 3 pengamatan pertama

tumbuhan *Echinodorus radicans* memiliki panjang 4,5 cm dan pengamatan terakhir yaitu 61,6 cm. Dapat disimpulkan tumbuhan *Sagittaria lancifolia* pada kolam 3 memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan tumbuhan *Sagittaria lancifolia* pada kolam 2. Pengamatan ini dilakukan tiga hari sekali dan sebanyak delapan kali pengamatan.



Gambar 7. Grafik Fenologi Tumbuhan *Sagittaria lancifolia* di Kolam 2 dan Kolam 3.

Pengamatan fenologi tumbuhan *Sagittaria lancifolia* fase pertama adalah fase inisiasi yang merupakan stadia paling awal dari proses perkembangan bunga setiap spesies tanaman. Pada fase ini bunga tanaman *Sagittaria lancifolia* hanya memiliki dua bagian yaitu tangkai bunga dan kuncup. Keseluruhan sampel bakal bunga yang diamati memperlihatkan penampilan warna bakal tangkai bunga yang hijau serta warna kuncup bunga yang juga hijau. Pengamatan panjang terhadap bakal bunga dilakukan mulai dari pangkal tangkai sampai ujung kuncup pada saat awal inisiasi rata-rata berkisar antara 3,7 – 4,5 cm sedangkan pada akhir fase inisiasi kisaran panjang mencapai 1,4 – 1,7 cm.

Posisi bakal bunga pada tanaman *Sagittaria lancifolia* terdapat di bagian atas ketiak daun pada ranting. Jumlah kuncup bunga yang paling banyak berasal dari ketiak daun cabang primer. Kuncup bunga tersebut nantinya akan berkembang menjadi bunga dengan struktur bergerombol (klaster) (Najiyati dan Danarti, 2004). Fase kedua adalah fase kuncup kecil penampilan menonjol yang dapat diamati pada saat fase kuncup kecil adalah terdapatnya gerombolan bakal buah yang membentuk bongkol/klaster. Bakal buah menempel pada receptacle yakni suatu struktur perantara yang menghubungkan ovary dengan tangkai bunga. Pada fase ini belum terlihat adanya struktur petal, sedangkan sepal sudah muncul dengan jelas.

Dari pengamatan struktur luar selama stadia ini, tidak terlihat adanya perubahan warna pada bagian-bagian bunga seperti ovary, sepal dan warna tangkai bunga sejak fase inisiasi dimana seluruhnya tetap berwarna hijau. Pengamatan panjang kuncup yang diukur dari pangkal tangkai bunga sampai ujung kuncup paling atas pada saat awal dari fase kuncup kecil berkisar 32 cm. Fase kuncup besar perhitungan jumlah hari kumulatif rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai stadia kuncup besar sejak awal inisiasi adalah 47 hari. Fase kuncup besar tersebut diperkirakan rata-rata berlangsung selama 5 hari (kisaran 4-7 hari). Saat awal stadia kuncup besar, tabung mahkota terlihat sudah keluar dari ovary yang membungkusnya, akan tetapi putik dan benang sari masih dibungkus atau ditutup oleh petal yang pada saat tersebut belum mekar.

Selanjutnya adalah fase bunga terbuka (anthesis) terjadi sejak fase kuncup besar berakhir, yakni rata-rata setelah hari ke 52 sejak awal fase inisiasi dengan kisaran antara 50 sampai 57 hari. Fase anthesis ditandai dengan terjadinya pemekaran yang sempurna dari kuncup bunga

dimana petal membuka secara sempurna sementara putik mulai keluar dari dalam selubung petal. Benang sari yang melekat pada petal sudah mulai kelihatan dari luar. Setelah tercapai secara penuh, maka tidak terjadi lagi pertumbuhan pada beberapa bagian bunga terutama dari segi panjang. Fenomena yang sama juga terjadi pada pada anggrek bambu dimana setelah kuncup bunga mengalami pemekaran sempurna, tidak terjadi lagi pertumbuhan bunga baik panjang maupun lebarnya (Rukmini, 1997).

Potensi Fitoremediasi Tumbuhan Akuatik

Kedua jenis tumbuhan akuatik diatas (*Echinodorus radicans* dan *Sagittaria lancifolia*) berdasarkan dari kajian penelitian sebelumnya diketahui memiliki potensi dalam pengolahan air. Tumbuhan akuatik mempunyai kemampuan yang cukup baik dalam menyerap dan mengurai atau menurunkan kandungan polutan itu sendiri. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya sistem perakaran. Sistem perakaran yang terletak di dasar perairan, kuat, panjang dan menjalar sehingga sangat efektif dalam memperluas area tempat mikroorganisme melekat.

Penyisihan logam pada lindi menggunakan tumbuhan *Echinodorus* mampu menyerap logam Cu, Fe dan Zn dengan efisiensi sebesar 82,9% (10,67 mg/l Cu), 92,3% (4270,93 mg/l Fe) dan 90,5% (59,06 mg/l Zn) dengan waktu detensi lebih efektif selama 6 hari (Wibowo dkk., 2014). Pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) PDAM penggunaan bahan koagulan Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) akan menjadi limbah. Dengan *Echinodorus* dapat menyerap logam Al dengan tingkat efektivitas paling tinggi 98,53% (konsentrasi Al akhir 4,699 mg/l dari awal 314,74 mg/l) dibandingkan jenis lain (Satriyana dkk., 2014). Pada air limbah industri penyamakan kulit dengan *Echinodorus* dapat menurunkan beban pencemar BOD, COD dan TSS berturut-turut sebesar 98,92% (10,32 mg/l), 73,74% (409 mg/l) dan 69,34% (145 mg/l) (Sutyasmi dan Susanto, 2013). Pada penelitian limbah cair rumah sakit memiliki kandungan bahan B3 seperti mikroba patogen, bahan kimia, disinfeksi dan farmasi, menggunakan *Echinodorus* memiliki nilai tertinggi laju evapotranspirasi (60 mm/hari) yang berhubungan dengan kemampuan tumbuhan dalam menyerap limbah. Selain itu tumbuhan tersebut dapat menurunkan beban TSS, ortofosfat, amonium, surfaktan dan fenol (Permatasari dan Mangkoedihardjo, 2012).

Pada industri rumah tangga, seperti: rumah potong hewan (RPH) dan industri tahu memiliki limbah cair dengan kandungan organik tinggi. Efisiensi penyisihan *Sagittaria* mencapai 96,33% dengan beban influen ABR 4000 mg/l COD. Koefisien kinetik untuk *Sagittaria* adalah K_T 0,28-0,57/hari, K_s 1,41-2,12 $m^3/m^2/hari$ dan OL 0,0076-0,0373 $kg/m^2/hari$ (Munazah dan Soewondo, 2008). Tumbuhan *Sagittaria* jugadapat mengakumulasi logam Cd, Cu, Fe, As, Zn, Hg, Cr pada bagian tumbuhan seperti daun, bunga, batang dan akar. Hasil penelitian menunjukan *Sagittaria* terbaik sebagai akumulator logam As (0,126-0,14 $\mu g/g$), Cd (1,12-1,63 $\mu g/g$) dan Cu (1,38-2,08 $\mu g/g$) (Singh dkk., 2014). Jenis *Sagittaria* dapat digunakan untuk meremediasi logam berat seperti Cr, Cu, Ba, Ti, Co, dan Pb (Vardanyan dan Ingole, 2006).

Kedua jenis tumbuhan akuatik tersebut tidak hanya fitoremediasi kualitas air di sungai, namun juga digunakan dalam pengolahan limbah cair pada rumah tangga, pengolahan limbah IPAM PDAM, air limbah industri kulit, rumah potong hewan, industri tahu, bahkan pengolahan limbah cair rumah sakit dan juga dalam proses pengolahan air lindi sampah TPA. Sehingga jenis *Echinodorus* dan *Sagittaria* dari suku Alismataceae dapat digunakan sebagai agen

fitoremediasi (fitoremediator) dan merupakan tumbuhan akuatik yang hidup pada habitat kosmopolitan.

SIMPULAN

Penelitian fase fenologi tumbuhan akuatik akan memperoleh informasi perubahan morfologi yang terjadi pada bagian tumbuhan *Echinodorus radicans* dan *Sagittaria lancifolia*. Tumbuhan *Sagittaria lancifolia* pada kolam 3 memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan tumbuhan *Sagittaria lancifolia* pada kolam 2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi – LIPI atas saran, bimbingan dan pemberian izin mengunaan data koleksi, serta para mahasiswa PKL (Violita dan Elisa) atas bantuannya dalam melakukan penelitian terkait fenologi pada kedua tumbuhan akuatik yang memiliki potensi di bidang fitoremediasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Beardshow, C. 2003. *The Natural Gardener, Lessons from The Landscape*. BBC. London.
- Don, WS., T. Emir, dan C. Hudibroto. 2000. *Tanaman Air*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fewless, G. 2006. Phenology. <http://www.uwgb.edu/biodiversity/phenology/index.htm>. (Diakses 17 Agustus 2018)
- Heywood, V. H., R. K. Brummitt, A. Culhama dan O. Seberg. 2007. *Flowering Plant Families of The World*. Firefly Books. Canada.
- Hidayat, N., Padaga, Masdiana., dan S. Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Hidayat, S. Yuzammi, Hartini, S. dan Astuti, I.P. 2004. *Tanaman Air Kebun Raya Bogor Vol.1 No.5*. Bogor.
- Irawanto, R. 2009. Inventarisasi Koleksi Tanaman Air Berpotensi WWG di Kebun Raya Purwodadi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Lingkungan IV – ITS Surabaya*: 228-238.
- Irawanto, R. 2010. Fitoremediasi Lingkungan Dalam Taman BALI. *Jurnal Local Wisdom*. Vol. 2, No. 4, Hal. 29-35.
- Irawanto, R. 2013. Pemetaan Hidrofit dan Potensi Fitoremediator Koleksi Kebun Raya Purwodadi. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah – ITS*. Surabaya: G11-G20.
- Irawanto, R. 2014. Kemampuan Tumbuhan Akuatik (*Acanthus ilicifolius* dan *Coix lacryma-jobi*) Terhadap Logam Berat (Pb dan Cd). *Prosiding Seminar Pascasarjana XIV – ITS Surabaya*.
- Irawanto, R. 2015. **Potensi Tumbuhan Suku Alismataceae dalam Fitoremediasi. Seminar Nasional Teknologi Lingkungan XII – ITS.**
- Irawanto, R. 2016. **Revitalisasi Koleksi Tumbuhan Akuatik Kebun Raya Purwodadi sebagai Taman Kolam Fitoremediasi.** *Prosiding Temu Ilmiah IPLBI – ITN Malang*.

- Juhaeti, 2005. Biodiversitas: Inventarisasi Tumbuhan Potensial Untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas. Bogor: LIPI Cibinong.
- Kusumawardani Y, Irawanto R. 2013. Study of Plants Selection in Wastewater Garden for Domestic Wastewater Treatment. Proceeding of the International Conference of Basic Science-Universitas Brawijaya. Malang
- Lawrence, G. H. M. 1964. Taxonomy of Vascular Plants. The Macmillon Company. New York.
- Munazah, A. R., dan P. Soewondo. 2008. Penyisihan Organik Melalui Dua Tahap Pengolahan Dengan Modifikasi ABR dan Constructed Wetland Pada Industri Rumah Tangga. Jurnal Teknik Lingkungan. Vol 4. No. 4. Hal. 93-100.
- Mursito, A. T. et. Al. 2011. *Alkaline hydrothermal de-ashing and desulfurization of low quality coal and its application to hydrogen-rich gas generation. Energy Conversion and Management* 52. 762-769
- Nafi'ah. 2015. Kebijakan dan Manajemen Publik: Implementasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Komunal: Model Tata Kelola Lingkungan Deliberatif Dalam Good Environmental Governance Di Kota Blitar. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Najiyati dan Danarti. 2004. Kopi Budidaya dan Penanganan Lepas Panen, edisi revisi. Penebar Swadaya. Jakarta
- Permatasari, D. dan S. Mangkoedihardjo. 2012. Hospital Wastewater Treatment in Evapotranspiration System. International Journal of Academic Research. Vol. 4. No 1. Hal 141-144.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 93 Tahun 2011 (Perpres 93/2011) tentang Kebun Raya.
- Rukmini.2012. Teknologi Budidaya Biota Air. Karya Putra Darwati, Bandung.
- Satriyana, D. D., R. Hayati dan I. Apriani. 2014. Eksplorasi Tanaman Fitoremediator Aluminium (Al) Yang Ditumbuhkan Pada Limbah IPAM PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak. Jurnal Mahasiswa Teknik Lingkungan UNTAN. Pontianak.
- Singh, A. K., N. K. S. More dan P. Nath. 2014. Heavy Metals (Cd, Cu and As) Accumulation by Aquatic Plant along Gomti River, Lucknow (U.P.). G-Journal of Environmental Science and Technology Vol. 1. No. 6. Hal 129-133.
- Sutyasmi, S. dan H. B. Susanto. 2013. Penggunaan Tanaman Air (Bambu Air dan Melati Air) Pada Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit Untuk Menurunkan Beban Pencemar Dengan Sistem Wetland dan Adsorpsi. Majalah Kulit, Karet, dan Plastik. Vol. 29. No. 2. Hal 69-76.
- Tabla, V.P. dan C.F. Vargas. 2004. Phenology and phenotypic natural selection on the flowering time of a deceit-pollinated tropical orchid, *Myrmecophila christinae*. *Annals of Botany*, 94(2):243-250. <http://aob.oxfordjournals.org/cgi/content/full/94/2/243>. (Diakses 17 Agustus 2018)
- Tanaka, N., W.J. Ng dan K.B.S.N. Jinadasa. 2011. Wetlands For Tropical Applications: Wastewater Treatment by Constructed Wetlands. Imperial College Press. London

- Vardanyan, L.G., dan Ingole, B.S., 2006. Studies on heavy metal accumulation in aquatic macrophytes from Sevan (Armenia) and Carambolim (India) lake systems. *Environ. Int.* 32, 208-218.
- Wibowo, P. D., R. Purnaini dan Y. Fitriainingsih. 2014. Penyisihan Logam Pada Lindi Dengan Sistem Sub-Surface Constructed Wetland. *Jurnal Mahasiswa Teknik Lingkungan UNTAN*. Pontianak.

Analisis Kualitas Air Lindi pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Ngegong Kota Blitar Tahun 2018

Eva Nurul Malahayati, Marinda Sari Sofiyana

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Islam Balitar

Email: eva.malahayati@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas air lindi di TPA Sampah Ngegong Kota Blitar. Data kualitas air lindi didapatkan dari air lindi aktif dan pasif. Parameter yang diukur adalah pH, BOD, COD, dan TSS. Hasil penelitian menunjukkan parameter lindi aktif (BOD, COD, dan TSS) lebih besar daripada lindi pasif. Pada lindi aktif parameter BOD (320,9 mg/L), COD (1130 mg/L), TSS (153,6 mg/L) dan parameter COD (342,8 mg/L) lindi pasif melebihi standar baku mutu.

Kata kunci:

kualitas air lindi,
TPA sampah

PENDAHULUAN

Sampah menjadi masalah umum di daerah perkotaan di Indonesia. Semakin pesat pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk, maka semakin besar timbulan sampah yang dihasilkan (Thanh *et al.* 2009; Khan & Ahsan 2013; Das & Bhattacharyya 2015; Dhokhikah *et al.* 2015). Di Kota Malang, jumlah timbulan sampah sekitar ± 660 ton/hari yang didominasi sampah rumah tangga, dan sisanya berasal dari pasar dan limbah industri (Sukarni 2016). Jumlah ini lebih besar dibandingkan dengan jumlah timbulan sampah Kota di Kota Blitar yakni sebesar 74 ton per hari (DLH Kota Blitar 2017). Di Kota Blitar, pengelolaan sampah yang berasal dari rumah tangga dan pertokoan ditangani oleh masyarakat sampai di depo. Sedangkan sampah yang berasal dari jalan ditangani oleh Dinas Lingkungan Hidup Daerah Kota Blitar. Pengangkutan sampah dari depo ke TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Blitar .

TPA yang beroperasi di Kota Blitar adalah TPA Sampang Ngegong. TPA ini menerapkan sistem pengolahan *sanitary landfill*. Sistem *sanitary landfill* merupakan salah satu sistem pengolahan sampah terkontrol dengan sistem sanitasi yang baik (Nazhary & Warih 2014; Susanti *et al.* 2016; Gaol & Warmadewanthi 2017). Sistem ini juga diterapkan di TPA sampah daerah lainnya, seperti TPA Tlekung Kota Batu (Sudiro & Hidayat 2012), TPA Suwung Kota Denpasar (Oka Suyasa & Parwata 2005), dan TPA Jatibarang Semarang (Susanti *et al.* 2016; Saniy *et al.* 2017). Sampah dibuang ke TPA, selanjutnya sampah dipadatkan dengan alat berat dan selanjutnya ditutup dengan tanah (Tchobanoglous *et al.* 1993; Damanhuri *et al.* 2006). Produk samping dari sistem *sanitary landfill* adalah gas dan air lindi (Chena *et al.* 2003; Lombardi *et al.* 2017).

Air lindi merupakan cairan berwarna hitam dengan bau tidak sedap yang mengandung bahan organik dan anorganik tinggi (Yao 2013). Irhamni *et al.* (2017) menunjukkan bahwa air lindi mengandung banyak logam berat seperti Zn, Cu, Mn, Hg, Cd, Pb, Cr, dan logam berat lainnya. Air lindi juga mengandung banyak bahan organik

Diterima:

29 Agustus 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

21 Desember 2018

seperti garam anorganik dan diklorinasi organik yang merupakan ancaman tanah beserta air permukaan dan air tanah (Christensen *et al.* 2001; Kjeldsen *et al.* 2002; Susanto *et al.* 2004; Li *et al.* 2010; Kasam 2012; Mangimbulude *et al.* 2012) dan juga badan air (Renou *et al.* 2008; Robinson 2005; Yatim & Mukhlis 2013) hingga hilir (Purwanti 2014). Arum *et al.* 2017 menunjukkan bahwa air lindi dapat meningkatkan kadar nitrat pada tanah. Pencemaran nitrat merupakan masalah serius yang dapat mengganggu kesehatan manusia (Killingstad *et al.* 2002; Lee *et al.* 2006; Breisha & Winter 2010). Air lindi juga dapat mengubah kondisi fisikokimia perairan yang berdampak pada penurunan keanekaragaman dan kelimpahan plankton (Kurniawan *et al.* 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik air lindi di TPA Sampah Ngegong Kota Blitar. Karakteristik ini dapat menunjukkan tingkat pencemarannya berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah. Karakteristik lindi yang diperoleh dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk mengevaluasi sistem pengolahan sampah dan pengolahan air lindi di TPA sampah Ngegong. Selain itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam perencanaan pembangunan di TPA lainnya.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Pendekatan ini digunakan untuk menggambarkan kondisi air lindi di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Sampang Ngegong Kota Blitar. Penelitian dilakukan pada bulan Mei-Juli 2018. Pengambilan sampel dilakukan di dua titik, yaitu Zona Aktif (kolam maturasi) dan Zona Pasif (kolam maturasi). Lokasi pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Titik pengambilan sampel.

Metode pengambilan sampel air lindi dilakukan secara langsung menggunakan metode grab sampling sesuai dengan SNI 6989.59:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Metode grab sampling yaitu metode pengambilan sampel sesaat

yang menunjukkan karakteristik air hanya pada saat itu (Effendi 2003). Pengambilan sampel menggunakan alat *water sampler* sesuai dengan SNI 6989.59:2008.

Parameter yang diukur adalah pH (potensial Hidrogen), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solid*) tingkat pencemaran air limbah. Parameter tersebut dapat menggambarkan efisiensi unit pengolahan air limbah (Bitton 1994; Rahmawati *et al.* 2005). Pengukuran pH dilakukan di lokasi pengambilan sampel, sedangkan pengukuran BOD, COD, dan TSS dilakukan di Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta I. Metode analisis parameter sesuai dengan standar Laboratorium SNI (Tabel 1). Analisis air lindi TPA sampah Ngegong menggunakan kriteria air lindi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/ Kum.1/7/2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah.

Tabel 1 Metode analisis air lindi TPA sampah Ngegong Kota Blitar.

No	Parameter	Satuan	Metode Analisis	Keterangan
1	pH	-	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisis di lokasi
2	BOD	mg/L	APHA. 5210 B-1998	Analisis di laboratorium
3	COD	mg/L	QI/LKA/19 (Elektrofotometri)	Analisis di laboratorium
4	TSS	mg/L	APHA. 2540 D-2005	Analisis di laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan terhadap timbulan air lindi di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) sampah Ngegong Kota Blitar dilakukan menggunakan 3 kolam lindi, yaitu kolam aerobik, kolam fakultatif, dan kolam maturasi. Ketiga kolam tersebut diharapkan dapat menjadi tempat untuk menampung aliran lindi dan berfungsi sebagai tempat pengolahan air lindi. Setelah keluar dari ketiga kolam, diharapkan air lindi tidak mencemari badan air penerima yaitu kali Abab. Kolam aerobik digunakan untuk mengolah limbah dengan padatan tinggi. Padatan akan mengendap ke dasar bak dan dicerna secara aerobik. Kolam fakultatif merupakan pengolahan tahap kedua dari sistem pengolahan lindi TPA sampah Ngegong. Kolam ini dirancang agar oksigen yang tersedia tidak mampu menembus lapisan air di bagian dasar kolam, sehingga terjadi proses anaerobik di bagian dasar kolam dan proses aerob di bagian atas kolam. Kolam ketiga, yaitu kolam maturasi, berfungsi dalam penghancuran patogen.

Sampel air lindi TPA sampah Ngegong yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari kolam maturasi pada zona aktif dan zona pasif. Zona aktif merupakan area pembuangan khusus sampah-sampah baru, sedangkan zona pasif merupakan penempatan sampah yang sudah dipasifkan dan tidak boleh ditumpuk dan ditambah lagi dengan sampah baru. Karakteristik air lindi TPA sampah Ngegong ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Parameter pH, BOD, COD, dan TSS air lindi di TPA Sampah Ngegong.

No	Parameter	Satuan	Hasil		Standar Baku Mutu*)
			Air Lindi Aktif	Air Lindi Pasif	
1	pH	-	8,1	8,4	6 – 9
2	BOD	mg/L	320,9	135,7	150
3	COD	mg/L	1130	342,8	300
4	TSS	mg/L	153,6	77,7	100

*) Standar Baku Mutu sesuai dengan PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 TENTANG BAKU MUTU LINDI BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN TEMPAT PEMROSESAN AKHIR SAMPAH

Parameter pH Air

Nilai pH (potensial Hidrogen) atau derajat keasaman menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air (Effendi 2003). Pengukuran pH sangat penting sebagai parameter untuk mengetahui tipe dan laju kecepatan reaksi bahan baik organik maupun anorganik di dalam air. Nilai pH air lindi aktif (8,1) maupun pasif (8,4) berada dalam rentang standar baku mutu (Tabel 1). Nilai pH ini lebih besar dibandingkan pH air lindi TPA Air Dingin Kota Padang (Afdal & Sari 2016; Sari & Afdal 2017), dan nilai pH air lindi TPA Ngronggo Salatiga (Torobi *et al.* 2015). Namun, nilai pH air lindi TPA Ngegong lebih kecil dibandingkan dengan nilai pH air lindi TPA Jatibarang Semarang (Rezagama *et al.* 2016) dan TPA Supit Urang Malang (Novitasari *et al.* 2016). Nilai pH ideal bagi kehidupan organisme akuatik termasuk plankton adalah berkisar 7 hingga 8,5 (Barus 2004; Simanjuntak 2009). Nilai pH pada alkalinitas tinggi (>9) dapat menyebabkan aktivitas mikroorganisme meningkat.

Parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Parameter BOD digunakan untuk mengetahui jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan buangan organik di dalam air (Warhadana 2004; Pelczar & Chan 2005; Adnani 2011). Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan buangan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecil sisa oksigen terlarut, maka kandungan bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi.

Berdasarkan hasil pengukuran (Tabel 1), nilai BOD air lindi aktif (320,9 mg/L) lebih besar dibandingkan dengan nilai BOD air lindi pasif (135,7 mg/L) dan juga berada di atas nilai BOD standar baku mutu air lindi (150 mg/L). Perbedaan ini disebabkan perbedaan umur landfill dan komposisi sampah pada zona aktif dan pasif. Besarnya nilai BOD pada air lindi aktif menunjukkan tingginya zat organik dalam air lindi sehingga membutuhkan oksigen terlarut dalam proses dekomposisinya. Nilai BOD ini lebih kecil dibandingkan dengan nilai BOD TPA Benowo Surabaya (Ali *et al.* 2018). Perbedaan ini disebabkan karena jumlah penduduk Kota Surabaya lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah penduduk Kota Blitar.

Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi (Metcalf & Eddy 2003; Ginting 2007). Hasil pengukuran COD (Tabel 1) air lindi aktif (1130 mg/L) dan COD air lindi pasif (342,8 mg/L) menunjukkan nilai COD di atas nilai baku mutu air lindi (300 mg/L). Bahkan nilai COD air lindi aktif empat kali lebih besar dibandingkan nilai baku mutu COD. Pada air lindi pasif, walaupun nilai COD lebih rendah dibandingkan dengan nilai COD air lindi aktif, nilai tersebut masih di atas nilai baku mutu. Jika dibandingkan dengan nilai COD air TPA Jatibarang Semarang (Rezagama *et al.* 2016), TPA Sarimukti Bandung (Rezagama & Notodarmojo 2012) terdapat rentang nilai COD. Hal ini mungkin disebabkan karakteristik sampah organik

masyarakat Indonesia yang cenderung sama serta curah hujan, suhu yang relatif hampir mirip.

Nilai COD yang sangat tinggi berasal dari senyawa organik dalam air lindi yang sulit diuraikan oleh mikroba pada proses dekomposisi sampah (Rezagama *et al.* 2016). Nilai COD yang tinggi berbahaya bagi lingkungan karena dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut dalam air (Tchobanoglous *et al.* 2003). Tingginya nilai COD pada air lindi aktif menunjukkan perlu adanya upaya pengendalian agar kandungan COD dalam air lindi tidak tinggi. Salah satunya dengan cara metode koagulasi – *biofilter anaerobik* (Ganefati & Susanto 2008) atau koagulasi-flokuasi kimia (Rui *et al.* 2012; Rezagama *et al.* 2016). Sedangkan pada lindi pasif, timbulan sampah pada zona pasif dapat dikurangi dengan mengubah sampah menjadi sesuatu yang bermanfaat seperti bahan baku RDF bahan baku *RDF (Refuse Derived Fuel)* (Chiemchaisri *et al.* 2010; Genti *et al.* 2010; Hutabarat *et al.* 2018).

Parameter TSS (*Total Suspended Solid*)

Total Suspended Solid (TSS) atau total padatan tersuspensi adalah jumlah berbagai macam zat padat dari total padatan yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimum 2,0 μm dan dapat mengendap (Stone & Droppo 1994). Hasil pengukuran TSS di TPA sampah Ngegong menunjukkan bahwa TSS air lindi aktif (77,7 mg/L) lebih besar 75,9% lebih tinggi dibandingkan TSS air lindi pasif (153.6 mg/L). Nilai TSS air lindi aktif juga berada di atas nilai baku mutu air lindi (100 mg/L). Nilai TSS yang tinggi akan menghambat penetrasi cahaya ke dalam air dan mengganggu aktivitas fotosintesis fitoplankton (Effendi 2003).

SIMPULAN

Kesimpulan dari analisis parameter pada air lindi aktif dan pasif di TPA Sampah Ngegong, adalah nilai parameter air lindi aktif (BOD, COD, dan TSS) lebih besar dibandingkan dengan lindi pasif. Nilai pH air lindi aktif (8,6) dan pH air lindi pasif (8,4) berada dalam standar baku mutu. Nilai parameter BOD (320,9 mg/L), COD (1130 mg/L), TSS (153,6 mg/L) air lindi aktif melebihi standar baku mutu, sedangkan parameter air lindi pasif yang melebihi standar baku mutu adalah parameter COD (342,8 mg/L).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana atas anggaran Hibah Penelitian Program Desentralisasi yaitu Penelitian Dosen Pemula dari Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi SK Nomor 0045/E3/LL/2018. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Islam Balitar, Dinas Lingkungan Hidup Kota Blitar, Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta I, serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Adnani H. 2011. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Yogyakarta: Penerbit Nuha Medika.
- Afdal, Sari RN. 2016. *Karakteristik lindi dari Tempat PEmbuangan Sampah (TPA) Air Dingin, Kota Padang, Sumatera Barat*. Prosiding Fisika dan Aplikasinya (SNFA) Pascasarjana Ilmu Fisika, Universitas Sebelas Maret Surakarta. 8-13.

- Arum AR, Rahardjo M, Yunita NA. 2017. Analisis hubungan penyebaran lindi TPA Sumurbatu terhadap kualitas air tanah di Kelurahan Sumurbatu Kecamatan Bantar Gebang Bekasi Tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 5 (5).
- Barus TA. 2004. Faktor-faktor lingkungan abiotik dan keanekaragaman plankton sebagai indicator kualitas perairan Danau Toba. *Manusia dan lingkungan* 6 (2): 64-72.
- Bitton G. 1994. *Wastewater Microbiology*. New York: Willey-Llss. Inc.
- Breisha GZ, Winter J. 2010. Bio-removal of nitrogen from wastewater - a review. *Journal of American Science* 6 (12): 508-522.
- Chena YC, Chen KS, Wu CH. 2003. Numerical Simulation of Gas Flow Around a Passive Vent In a Sanitary Landfill. *Journal of Hazardous Materials* 100: 39-52.
- Christensen TH, Kjeldsen P, Bjerg PL, Jensen DL, Christensen JB, Baun A, Albrechtsen HJ, Heron G. 2001. Review: biogeochemistry of landfill leachate plumes. *App Geochem* 16: 660 - 718.
- Chiemchaisri C, Charnnok B, Visvanathan C. 2010. Recovery of plastic wastes from dumpsite as refuse-derived fuel and its in small gasification system. *Bioresourc Technology* 1012 (5): 1522-1527.
- Das S, Bhattacharyya BK. 2015. Optimization of municipal solid waste collection and transportation routes. *Waste Management* 43: 9-18.
- Damanhuri E, Ismaria R, Padmi T. 2006. *Pengoperasian dan Pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sistem Controlled Landfill dan Sanitary Landfill*. Bandung: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung.
- Dhokhikah Y, Trihadiningrum Y, Sunaryo S. 2015. Community participation in household solid waste reduction in Surabaya, Indonesia. *Resources, Conservation and Recycling* 102: 153-162.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Ganefati SP, Susanto P. 2008. Pengolahan lindi (*leachate*) dengan model *coagulation – biofilter unaerobic*. *J. Tek. Ling* 9 (2): 191-196.
- Gaol ML, Warmadewanthi IDAA. 2017. Prediksi dampak lingkungan pengelolaan sampah di TPA Jabon, Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS* 6 (2): 462-467.
- Gentil EC, Damgaard A, Hauschild M, Finnveden G. 2010. Models for waste life cycle assessment: Review of technical assumption. *Journal of Waste Management* 30: 2636-2648.
- Ginting P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: Yrama Widya.
- Hutabarat IN, Priyambaga IB, Samudro G, Lokahita B, Syafrudin, Wardhana IW, Hadiwidodo. 2018. Potensi material sampah *Combustible* pada zona pasif TPA JAtibarang Semarang sebagai bahan baku *RDF (Refuse, Derived Fuel)*. *Jurnal Teknik Mesin* 7 (1): 24-28.
- Irhamni, Pandia S, Purba E, Hasan W. 2017. *Kandungan Logam Berat pada Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota Banda Aceh*. Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) di Unsyiah Banda Aceh, A19-A22.

- Kasam. 2011. Analisis resiko lingkungan pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah (studi kasus: TPA Piyungan Bantul). *J Sains dan Teknologi Lingkungan* 3 (1): 19-30.
- Killingstad IAW, Widdowson MA, Smith RL. 2002. Modelling enhanced in situ denitrification in groundwater. *Journal of Environmental Engineering Division* 128 (6): 491-504.
- Kjeldsen PI, Barlaz MA, Rooker AP, Baun A, Ledin A, Christensen TH, 2002. Present and longterm composition of MSW landfill leachate: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 32 (4): 297-336.
- Kurniawati A, Nugroho AS, KAswinarni F. 2015. *Dampak lindi TPA Jatibarang terhadap keanekaragaman dan kelimpahan plankton di perairan Sungai Kreo Kota Semarang*. Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS, 708-713.
- Lee S, Maken S, Jang JH, Park K, Park JW. 2006. Development of physicochemical nitrogen removal process for high strength industrial wastewater. *Journal of Water Research* 40 (5): 975-980.
- Li W, Zhou Q, Zhang S, Li F. 2010. Treatment of stabilized landfill leachate by the combined process of coagulation/flocculation and powder activated carbon adsorption. *Desalination* 264: 56-62.
- Lombardi F, Costa G, Sirini P. 2017. Analysis of the role of the sanitary landfill in waste management strategies based upon a review of lab teaching tests and new tools to evaluate leachate production. *Rev. Ambient. Água* 12 (4): 543-555.
- Mangimbulude JC, VAn Straalen NM, Rölling WFM. 2012. Microbial nitrogen transformation potensial in surface runoff leachate from tropical landfill. *Waste Management* 32: 77-87.
- Metcalf, Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, 4th*. New York: McGraw Hill Book Co.
- Nazhary R, Warih K. 2014. Studi perencanaan TPA Masukau dengan sistem *sanitary landfill* di Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan. *Media Tekni Sipil* 12 (1): 71-79.
- Novitasari E, Da Cunha ED, Wulandari CD. 2016. *Pemanfaatan lindi sebagai bahan EM4 dalam proses pengomposan*. Prosiding Temu Ilmiah IPLBI. 115-120.
- Prinanda AD, Istirokhatun T, Praharyawan S. 2017 Pemanfaatan air lindi TPA Jatibarang sebagai media alternatif kultivasi mikroalga untuk perolehan lipid. *J. Teknik Lingkungan* 6 (1): 1-15.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016, tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah.
- Pelczar MJ, Chan ECS. *Dasar-Dasar Mikrobiologi, Edisi 2*. Terjemahan dari: *Elements of Microbiology*. Hadjoetomo RS, editor. Jakarta: UI Press.
- Purwanti H. 2004. Kajian dampak saluran lindi terhadap lingkungan ditinjau dari aspek pengoperasian TPA Galuga. *J. Teknologi* 1 (25): 57-69.
- Rahmawati A, Azizah R. 2005. Perbedaan kadar BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform pada air limbah sebelum dan sesudah pengolahan di RSUD Nganjuk. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 2 (1): 97-110.

- Renou S, Givaudan JG, Poulain S, Dirassouyan F, Moulin P. 2008. Landfill leachate treatment : Review and opportunity. *Journal of Hazardous Materials* 150: 68-493.
- Rezagama A, Hadiwidodo M, Purwoto P, Ramadhani NF, Yustika M. 2016. Penyisihan limbah organik air lindi TPA Jatibarang menggunakan koagulasi-flokulasi kimia. *Teknik* 37 (2): 78-83.
- Rui LM, Daud Z, Latif AAA. 2012. Treatment of leachate by coagulation-flocculation using different coagulants and polymers: A review. *Internationa; Advanced Science Engineering Information Technology* 2 (2): 1-4.
- Saniy TH, Sudarno, Purwoto. 2017. Pengolahan lindi menggunakan metode koagulasi flokulasi dengan biokoagulan kitosan dari limbah cangkang udang dan metode ozonasi. *Jurnal Teknik Lingkungan* 6 (1): 1-11.
- Slmanjuntak M. 2009. Hubungan factor lingkungan kimia, fisika terhadap distribusi plankton di perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *J. Fish. Sci.* 11 (1): 31-45.
- Sudiro, Hidayat N. 2012. Penerapan sistem *sanitary landfill* di TPA Tlekung Kota Batu. *J. Spectra* 10 (20): 67-73.
- Sukarni S. 2016. *Exploring the potential of municipal solid waste (MSW) as solid fuel for energy generation: case study in the Malang City*. Proseeding *International Mechanical Engineering and Engineering Education Conferences (IMEEEEC)*. 1-7.
- Susanti EY, Adhi S, Manar DG. 2016. Analisis faktor penghambat kebijakan *sanitary landfill* di TPA Jatibarang Semarang sesuai dengan Undang-Undang No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. *J. Social Science and Political Science*: 1-13.
- Susanto PJ, Ganefati PS, Muryani S, Istiqomah HS. 2004. Pengolahan lindi Pengolahan Lindi (Leachate) dari TPA dengan Menggunakan Sistem Koagulasi – *Biofilter Anaerobic*. *Jurnal Tek.Ling - P3TL – BPPT* 5: 167-173.
- Stone M, Droppo IG. 1994. In-channel surficial fine-grained sediment laminae (Part II): chemical characteristics and implications for contaminant transport by fluvial sediments. *Hydrological Processes* 8 (2): 113-124.
- Oka Suyasa IP, PArwata IGN. 2017. Tinjauan yuridis pemanfaatan lahan Desa Suwung KAuh sebagai Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Suwung. *Kertha Negara* 5 (5): 1-15.
- Thanh NP, Matsui Y, Ngan NVC, Trung NH, Vinh TQ, Yen NTH. 2009. GIS application for estimating the current status and improvement on municipal solid waste collection and transport system: case study at Can Tho City, Vietnam. *As. J. Energy Env* 10 (2): 108-121.
- Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil SA. 1993. *Integrated Solid Waste Management Engineerng Principles and Management Issues*. New York : McGraw-Hill.
- Tchobanoglous G, Franklin L, Burton H, Stensel D. 2003. *Wastewater Engineering (Treatment Disposal Reuse)*. New York: McGraw-Hill.
- Tchobanoglous, G., Franklin, L. Burton, H., and Stensel, D . (2003). *Wastewater Engineering (Treatment Disposal Reuse)*. Metcalf & Eddy, Inc. (4th ed.). McGraw-Hill Book Company. U.S.A.
- Yao P. 2013. Perspective on technology for landfill age on municipal leachate composition. *Bioreour. Technol.* 99: 5981-5985.

- Torobi PMI, Manuputty CN, Mangimbulude JC. 2015. *Pengurangan ammonium (NH₄) dan materi organik (COD) pada lindi TPA melalui system sinambung anaerob dan aerob kultur-alga*. Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS. 873-877.
- Warhadana AW. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI.
- Yatim EN, Mukhlis. 2013. Pengaruh lindi (leachate) sampah terhadap air sumur penduduk sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Air Dingin. *J. Kes. Masy* 7(21): 54-59.

HUBUNGAN KEKERABATAN BAMBU BERDASARKAN GEN *rbcl* BERBASIS ANALISIS *IN SILICO* SEBAGAI BUKTI ADANYA EVOLUSI MOLEKULER

Ika Hanifatul Masruroh¹, Nadya Ismi Putri Triesita², Sulistiono³, Agus Muji Santoso⁴

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Nusantara PGRI Kediri

Email: ikahanifa22@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kekerabatan bambu menggunakan sekuen gen *rbcl* berbasis *in silico* serta membuktikan evolusi dapat dikaji dengan pendekatan molekuler. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif, dilakukan pada bulan Maret sampai Mei 2018 di Kampus I Universitas Nusantara PGRI Kediri. Bahan penelitian berupa sekuens gen *rbcl* bambu yang diunduh dari laman genbank NCBI. Sekuens gen *rbcl* yang diunduh disejajarkan dengan aplikasi *Notepad*, kemudian dipreparasi menggunakan aplikasi *BioEdit* dan selanjutnya dilakukan konstruksi pohon filogeni dengan aplikasi *Mega 6*. Konstruksi pohon filogeni bambu menggunakan metode statistik *UPGMA*, *Bootstrap method* 1000 kali ulangan dan model pohon *Maximum Composite likelihood*. Hasil konstruksi pohon filogeni dari 14 spesies bambu berdasarkan gen *rbcl*, terbentuk *group* utama dan *out group*. *Group* utama terdiri 10 spesies bambu yang membentuk 2 klaster. Klaster 1 terdiri dari *C. spectabilis* dan *C. liebmannii*. Klaster 2 terdiri dari 8 spesies bambu yang berkerabatan dekat, yaitu *Bambusa bambos*, *B. mutipex*, *B. emiensis*, *Oatea acuminata*, *O. galuca*, *Chusquea spectabilis*, *C. liebmannii*, *Guadua chacoensis*, *G. angustifolia* dan *G. weberbaueri*. *Out group* terdiri dari *Phyllostachys edulis*, *P. nigra*, *Fargesia nitida* dan *F. spathacea*. Pada pohon filogeni masing-masing spesies yang memiliki tingkat kekerabatan paling dekat dikelompokkan pada cabang yang sama. Berdasarkan homologi sekuens gen *rbcl*, spesies bambu yang memiliki genus yang sama belum tentu memiliki kekerabatan yang lebih dekat dibandingkan dengan spesies bambu dari genus yang berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pengembangan sumber belajar biologi SMA.

Kata Kunci:

gen *rbcl*,
kekerabatan,
bambu,
in silico,
evolusi molekuler

PENDAHULUAN

Bambu adalah tanaman yang masuk ke dalam Poaceae (Tjitrosoepomo, 2007), memiliki keanekaragaman yang tinggi hingga mencapai 1250-1350 jenis (Widjaja dan Karsono, 2004). Menurut Mayasari dan Suryawan (2012) ketersediaan tanaman ini di alam memang melimpah, tetapi pemanfaatannya yang tidak dikelola dengan baik akan mengancam kelestariannya. Tanaman ini memiliki manfaat besar bagi ekonomi

masyarakat dan dimanfaatkan manusia sejak ribuan tahun lalu untuk memenuhi berbagai kebutuhan hidup manusia (Widjaja, 2001). Dewasa ini bambu telah dipromosikan sebagai tanaman konservasi dan sebagai tanaman yang dapat dijadikan solusi permasalahan lingkungan (Balittri, 2011). Menurut Kurniawan (2002) penelitian mengenai hubungan kekerabatan tanaman dan karakteristik tingkat genetik sangat dibutuhkan untuk kegiatan pengelolaan dan pemanfaatan plasma nutfah.

Analisis kekerabatan tanaman dapat menggunakan karakter molekuler berupa sekuens DNA yang dapat mengatasi kelemahan data morfologi yang diketahui memiliki keterbatasan dan cenderung dipengaruhi lingkungan (Suparman 2012). Menurut Julisaniah (2008) karakter molekuler lebih efektif dan memberikan data yang lebih akurat terhadap karakter-karakter yang ada. Karakter molekuler tumbuhan dapat diambil dari sekuens DNA kloroplas dan mitokondria (Suparman 2012).

Consortium Barcode of Life (2009) merekomendasikan gen *rbcL* sebagai barcode tumbuhan dan analisis kekerabatan tumbuhan. Gen *rbcL* merupakan gen yang terdapat pada organel kloroplas. Menyandi subunit besar enzim fotosintesis ribulosa 1,5-bisfosfat karboksilase/oksiginase (*RuBisKo*) dan akseptor karbon utama pada semua eukariotik fotosintetik dan sianobakteria (Bhattacharyya, 2016). Gen *rbcL* memiliki struktur yang stabil, tidak mengalami rekombinasi dan diturunkan secara uniparental, serta laju mutasi dan evolusi sekuens gen *rbcL* sangat lambat dari gen-gen kloroplas lainnya (Basith, 2015).

Evolusi merupakan rangkaian proses perubahan yang terjadi pada makhluk hidup yang berlangsung sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama (Arbi, 2012). Semenjak Darwin mengungkapkan teori evolusi pada pertengahan abad ke 18 (Sidharta, 1995), sampai saat ini teori evolusi masih menjadi perdebatan dan menimbulkan pro dan kontra (Saputra, 2017). Terlepas dari perdebatan tersebut, teori evolusi terus mengalami perkembangan. Seiring dengan perkembangan IPTEK pengkajian evolusi dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan. Pengkajian dapat dilakukan dengan pendekatan molekuler, genetika populasi, ekologi, paleontologi dan sistematik (Karmana, 2009).

Pada masa moderen ini kajian evolusi lebih banyak menggunakan pendekatan molekuler, oleh karena itu perlu ditingkatkan pemahaman dan pendalaman terhadap pendekatan evolusi molekuler. Pendekatan evolusi molekuler mengkaji evolusi dari sejarah rekaman urutan DNA atau RNA dan produknya (protein). Evolusi berbasis urutan nukleotida merupakan salah satu bagian evolusi molekuler yang berkaitan dengan terjadinya mutasi, insersi, delesi, dan inversi. Pengkajian evolusi molekuler membutuhkan dukungan berupa data-data molekuler (Karmana, 2009).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan di SMAN 5 Kediri, ditemukan beberapa masalah pada materi evolusi, yaitu: (1) siswa belum memahami bahwa pendekatan evolusi dapat dilakukan secara molekuler, (2) guru belum memahami secara mendalam mengenai konsep evolusi molekuler, (3) konten sumber belajar yang digunakan siswa belum mengikuti perkembangan IPTEK, contoh-contoh evolusi yang dimuat hanya menunjukkan evolusi yang terjadi pada morfologi saja dan belum memberikan contoh evolusi molekuler. Berdasarkan latar belakang tersebut perlu sumber belajar yang kontennya mengikuti perkembangan IPTEK yang menjelaskan evolusi molekuler dan memberikan contoh evolusi molekuler.

Menurut Helmi (2016) pembelajaran materi evolusi di sekolah tidak dapat dipandang mudah bagi guru-guru biologi. Hal tersebut terjadi karena berbagai faktor, diantaranya adalah guru kurang memahami materi evolusi dan bahan ajar biologi evolusi sangat minim dan tidak

menarik, materi evolusi adalah materi kontroversi dan masih mengalami penolakan di negara yang berbasis agama. Samapai saat ini, banyak peneliti yang berusaha untuk memecahkan masalah tersebut.

Pengembangan sumber belajar merupakan salah satu tindakan yang dapat dilakukan untuk mengatasi keterbatasan pengetahuan siswa dan guru SMAN 5 Kediri pada materi evolusi, khususnya evolusi molekuler. Menurut Imtihana dkk (2014) pengembangan sumber belajar dari hasil riset bermanfaat memberikan informasi hasil penelitian terbaru dan fakta autentik dari data hasil penelitian. Nuha dkk (2016) berhasil mengembangkan sumber belajar berbasis penelitian untuk mata kuliah evolusi dengan memanfaatkan data hasil penelitian evolusi dan molekuler. Berdasarkan hal tersebut, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengembangan sumber belajar biologi SMA pada materi Evolusi.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian diskriptif eksploratif, dilakukan pada bulan Maret sampai Mei 2018 di Kampus I Universitas Nusantara PGRI Kediri. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *hardware* berupa perangkat keras laptop Asus X45Y dengan spesifikasi RAM (*Random Access Memory*) 4 *gigabyte* dengan perangkat komputer meliputi CPU, monitor, *keyborad*, dan *mouse* yang terhubung dengan koneksi internet melalui sinyal *wi-fi*. Digunakan *software* berupa *Microsoft Office Windows 7*, aplikasi *Notepad*, aplikasi DNA *BioEdit* dan aplikasi *MEGA6*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekuens gen *rbcl* kloroplas bambu yang diunduh dari laman genbank NCBI <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>. Digunakan sekuens gen *rbcl* dari 14 spesies bambu, yaitu *Phyllostachys edulis*, *P. nigra*, *Fargesia nitida*, *F. spathacea*, *Bambusa bambos*, *B. mutipex*, *B. emiensis*, *Otatea acuminata*, *O. galuca*, *Chusquea spectabilis*, *C. liebmannii*, *Guadua chacoensis*, *G. angustifolia* dan *G. weberbaueri* yang diunduh dari laman genbank NCBI. Sekuens gen *rbcl* yang telah diunduh disejajarkan dengan aplikasi *Notepad*, kemudian dipreparasi menggunakan aplikasi *BioEdit* dan selanjutnya dilakukan konstruksi pohon filogeni dengan aplikasi *Mega 6*. Konstruksi pohon filogeni bambu menggunakan metode statistik *UPGMA*, *Bootstrap method* 1000 kali ulangan dan model pohon *Maximum Composite likelihood*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sekuens gen *rbcl* bambu yang berhasil diunduh dari laman genbank NCBI memiliki panjang yang bervariasi. Analisis kekerabatan dapat dilakukan apabila sekuens gen *rbcl* bambu sudah dipreparasi. Dilakukan pensejajaran sekuens gen *rbcl* dari 14 spesies bambu tersebut dengan aplikasi *notepad*, kemudian dilakukan preparasi sekuens gen *rbcl* dengan aplikasi *BioEdit* untuk mendapatkan panjang sekuens gen yang sama. Hasil preparasi 14 spesies bambu didapatkan panjang sekuens gen *rbcl* yang sama yaitu 1436 bp (**Gambar 1**).

	10	20	30	40	50	60
<i>G. angustifo</i>	ATGTCACCCACAAACAGAAACTAAAGCAAGTGTGGATTTAAAGCTGGTGTAAAGGATTAT					
<i>G. chacoensi</i>					
<i>O. glauca</i>					
<i>G. weberbaue</i>					
<i>P. edulis</i>					
<i>B. emeiensis</i>					
<i>O. acuminata</i>					
<i>P. nigra</i>					
<i>B. multiplex</i>					
<i>B. bambos</i>					
<i>C. liebmanni</i>					
<i>F. nitida</i>					
<i>C. spectabil</i>					
<i>F. spathacea</i>					

	70	80	90	100	110	120
<i>G. angustifo</i>	AAATTGAATTACTACACCCCGGAGTATGAAACCAAGGATACGTATATCTTGGCAGCATTC					
<i>G. chacoensi</i>	.....				
<i>O. glauca</i>	.....C.....					
<i>G. weberbaue</i>	.....				
<i>P. edulis</i>	.....C..T.....					
<i>B. emeiensis</i>	.....C.....					
<i>O. acuminata</i>	.....C.....					
<i>P. nigra</i>	.....C..T.....					
<i>B. multiplex</i>	.....C.....					
<i>B. bambos</i>	.....C.....					
<i>C. liebmanni</i>	.....C.....T					
<i>F. nitida</i>	.....C..T.....					
<i>C. spectabil</i>	.....C.....A.....					
<i>F. spathacea</i>	.....C..T.....					

	130	140	150	160	170	180
<i>G. angustifo</i>	CGAGTAACTCCTCAGCCGGGGTTCCGCCCGAAGAAGCAGGGGCTGCAGTAGCTGCCGAA					
<i>G. chacoensi</i>	.....				
<i>O. glauca</i>	.....C.....					
<i>G. weberbaue</i>	.....				
<i>P. edulis</i>	.....C.....					
<i>B. emeiensis</i>	.....				
<i>O. acuminata</i>	.....C.....					
<i>P. nigra</i>	.....C.....					
<i>B. multiplex</i>	.....				
<i>B. bambos</i>	.....				
<i>C. liebmanni</i>	.....				
<i>F. nitida</i>	.....C.....					
<i>C. spectabil</i>	.....				
<i>F. spathacea</i>	.....C.....					

	190	200	210	220	230	240
<i>G. angustifo</i>	TCTTCTACTGGTACATGGACAACGTTTGGACTGATGGACTTACCAGTCTTGATCGTTAC					
<i>G. chacoensi</i>					
<i>O. glauca</i>					
<i>G. weberbaue</i>					
<i>P. edulis</i>					
<i>B. emeiensis</i>					
<i>O. acuminata</i>					
<i>P. nigra</i>					
<i>B. multiplex</i>					
<i>B. bambos</i>					
<i>C. liebmanni</i>					
<i>F. nitida</i>					
<i>C. spectabil</i>					
<i>F. spathacea</i>					

	250	260	270	280	290	300
<i>G. angustifo</i>	AAAGGACGATGCTATCACATCGAGCCCGTTGTTGGGGAGGAAAAATCAATATATCGGTAT					
<i>G. chacoensi</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>O. glauca</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>G. weberbaue</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>P. edulis</i>	.....G.....	.....	.....	.....	.....T.....	.....
<i>B. emeiensis</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>O. acuminata</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>P. nigra</i>	.....G.....	.....	.....	.....	.....T.....	.....
<i>B. multiplex</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>B. bambos</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>C. liebmanni</i>	.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....
<i>F. nitida</i>	.....G.....	.....	.....	.....	.....T.....	.....
<i>C. spectabil</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>F. spathacea</i>	.....G.....	.....	.....	.....	.....T.....	.....

	310	320	330	340	350	360
<i>G. angustifo</i>	GTAGCTTATCCATTAGACCTATTTGAAGAGGGTTCTCTTACTAACATGTTTACTTCCATT					
<i>G. chacoensi</i>
<i>O. glauca</i>
<i>G. weberbaue</i>
<i>P. edulis</i>
<i>B. emeiensis</i>
<i>O. acuminata</i>
<i>P. nigra</i>
<i>B. multiplex</i>
<i>B. bambos</i>
<i>C. liebmanni</i>
<i>F. nitida</i>
<i>C. spectabil</i>
<i>F. spathacea</i>

	370	380	390	400	410	420
<i>G. angustifo</i>	GTGGGTAACGTATTTGGTTTCAAAGCCCTACCGCTCTACGCTGGAGGATCTGCGAATT					
<i>G. chacoensi</i>
<i>O. glauca</i>
<i>G. weberbaue</i>
<i>P. edulis</i>
<i>B. emeiensis</i>
<i>O. acuminata</i>
<i>P. nigra</i>
<i>B. multiplex</i>
<i>B. bambos</i>
<i>C. liebmanni</i>
<i>F. nitida</i>
<i>C. spectabil</i>
<i>F. spathacea</i>

	430	440	450	460	470	480
<i>G. angustifo</i>	CCCAC TACTTATTCAAAAAC TTTCCAAGG TCCGCC TCA TGGTATCCAAG TTGAAAGGGAT					
<i>G. chacoensi</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>O. glauca</i>	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>G. weberbaue</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>P. edulis</i>	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>B. emeiensis</i>	.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....
<i>O. acuminata</i>	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>P. nigra</i>	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>B. multiplex</i>	.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....
<i>B. bambos</i>	.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....
<i>C. liebmanni</i>	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>F. nitida</i>	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>C. spectabil</i>	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>F. spathacea</i>	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....

	490	500	510	520	530	540
<i>G. angustifo</i>	AAAGTTGAACAAGTACGGCCGT	CCTTTTTTGGGATGTACTATTA	AAACCAAAATGGGATTA			
<i>G. chacoensi</i>
<i>O. glauca</i>
<i>G. weberbaue</i>
<i>P. edulis</i>
<i>B. emeiensis</i>
<i>O. acuminata</i>
<i>P. nigra</i>
<i>B. multiplex</i>
<i>B. bambos</i>
<i>C. liebmanni</i>
<i>F. nitida</i>
<i>C. spectabil</i>
<i>F. spathacea</i>

	550	560	570	580	590	600
<i>G. angustifo</i>	TCCGCAAAAATTA	TGGTAGAGCGTGT	TATGAGTGTCTAC	CGGGTGGACTT	GATTTTACC	
<i>G. chacoensi</i>
<i>O. glauca</i>
<i>G. weberbaue</i>
<i>P. edulis</i>
<i>B. emeiensis</i>
<i>O. acuminata</i>
<i>P. nigra</i>
<i>B. multiplex</i>
<i>B. bambos</i>
<i>C. liebmanni</i>
<i>F. nitida</i>
<i>C. spectabil</i>
<i>F. spathacea</i>

	610	620	630	640	650	660
<i>G. angustifo</i>	AAAGATGATGAAAACGTA	AACTCACAACCATT	TATGCGCTGGAGGG	ACCGTTTGTCTTT		
<i>G. chacoensi</i>
<i>O. glauca</i>
<i>G. weberbaue</i>
<i>P. edulis</i>
<i>B. emeiensis</i>
<i>O. acuminata</i>
<i>P. nigra</i>
<i>B. multiplex</i>
<i>B. bambos</i>
<i>C. liebmanni</i>
<i>F. nitida</i>
<i>C. spectabil</i>
<i>F. spathacea</i>

	670	680	690	700	710	720
<i>G. angustifo</i>	TGTGCCGAAGCAATTT	ATAAAGCACAGGCC	GAAACCGGTGAAAT	CAAGGGGCATT	ACTTG	
<i>G. chacoensi</i>
<i>O. glauca</i>
<i>G. weberbaue</i>
<i>P. edulis</i>
<i>B. emeiensis</i>
<i>O. acuminata</i>
<i>P. nigra</i>
<i>B. multiplex</i>
<i>B. bambos</i>
<i>C. liebmanni</i>
<i>F. nitida</i>
<i>C. spectabil</i>
<i>F. spathacea</i>

<i>F. nitida</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>C. spectabil</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>F. spathacea</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....

	670	680	690	700	710	720
<i>G. angustifo</i>	TGTGCCGAAGCAATT	TATAAAGCACAGGCC	GAAACCGGTGAAAT	CAAGGGGCATTACT	TG	
<i>G. chacoensi</i>						
<i>O. glauca</i>						
<i>G. weberbaue</i>						
<i>P. edulis</i>						T
<i>B. emeiensis</i>		TC				
<i>O. acuminata</i>						
<i>P. nigra</i>						T
<i>B. multiplex</i>		TC				
<i>B. bambos</i>		TC				
<i>C. liebmanni</i>		T				A
<i>F. nitida</i>						T
<i>C. spectabil</i>						T
<i>F. spathacea</i>						T

	730	740	750	760	770	780
<i>G. angustifo</i>	AATGCGACTGCAGGTACA	GTCGAAGAAATGATGAAGAGAC	TATATTTGCCGAGAGAA	T		
<i>G. chacoensi</i>						
<i>O. glauca</i>		T		T		G
<i>G. weberbaue</i>						
<i>P. edulis</i>		T				G
<i>B. emeiensis</i>		T		T		G
<i>O. acuminata</i>		T		T		G
<i>P. nigra</i>		T				G
<i>B. multiplex</i>		T		T		G
<i>B. bambos</i>		T		T		G
<i>C. liebmanni</i>		T				G
<i>F. nitida</i>		T				G
<i>C. spectabil</i>	A	T				G
<i>F. spathacea</i>		T				G

	790	800	810	820	830	840
<i>G. angustifo</i>	AGGGGCTCCTATTGTAATGCATGACTACTTAAC	TGGGGGATTTACCGCAAA	TACTAGTTT			
<i>G. chacoensi</i>						
<i>O. glauca</i>						
<i>G. weberbaue</i>						
<i>P. edulis</i>		T			C	C
<i>B. emeiensis</i>					C	T
<i>O. acuminata</i>						
<i>P. nigra</i>		T			C	C
<i>B. multiplex</i>					C	T
<i>B. bambos</i>				G	C	T
<i>C. liebmanni</i>					C	
<i>F. nitida</i>		T			C	C
<i>C. spectabil</i>		T			C	T
<i>F. spathacea</i>		T			C	C

	850	860	870	880	890	900
<i>G. angustifo</i>	GGCTCATTATTGCCGCGACAATGGCC	TACTTCTTACATT	CACCGGGCAATGCATGCAGT			
<i>G. chacoensi</i>						
<i>O. glauca</i>						
<i>G. weberbaue</i>						
<i>P. edulis</i>						
<i>B. emeiensis</i>						
<i>O. acuminata</i>						A
<i>P. nigra</i>						
<i>B. multiplex</i>						
<i>B. bambos</i>						
<i>C. liebmanni</i>						
<i>F. nitida</i>						
<i>C. spectabil</i>						A
<i>F. spathacea</i>						

```

          910          920          930          940          950          960
    G. angustifo  TATTGATAGACAGAAAAATCATGGTATGCATTTTCGGTATTAGCTAAAGCATTGCGTAT
    G. chacoensi  .....
    O. glauca     .....
    G. weberbaue  .....
    P. edulis     .....
    B. emeiensis  .....
    O. acuminata  .....
    P. nigra      .....
    B. multiplex  .....
    B. bambos     .....
    C. liebmanni  .....
    F. nitida     .....
    C. spectabil  .....
    F. spathacea  .....
  
```

```

          970          980          990          1000         1010         1020
    G. angustifo  GTCTGGGGGAGATCATGTCCACGCCGGTACAGTAGTAGGTAAGTTAGAAGGGGAACGGGA
    G. chacoensi  .....
    O. glauca     .....A.....
    G. weberbaue  .....
    P. edulis     .....
    B. emeiensis  .....A.....
    O. acuminata  .....A.....
    P. nigra      .....
    B. multiplex  .....A.....
    B. bambos     .....A.....
    C. liebmanni  .....A.....
    F. nitida     .....
    C. spectabil  .....A.....
    F. spathacea  .....
  
```

```

          1090         1100         1110         1120         1130         1140
    G. angustifo  CGGTGTCTTTTTCACCTCAGGACTGGGTATCCATGCCAGGTGTTATACCGGTGGCTTCAGG
    G. chacoensi  .....
    O. glauca     .....A.....
    G. weberbaue  .....
    P. edulis     .....A.....T.....
    B. emeiensis  .....A.....
    O. acuminata  .....A.....
    P. nigra      .....A.....T.....
    B. multiplex  .....A.....
    B. bambos     .....A.....
    C. liebmanni  .....A.....G.....
    F. nitida     .....A.....T.....
    C. spectabil  .....A.....
    F. spathacea  .....A.....T.....
  
```

```

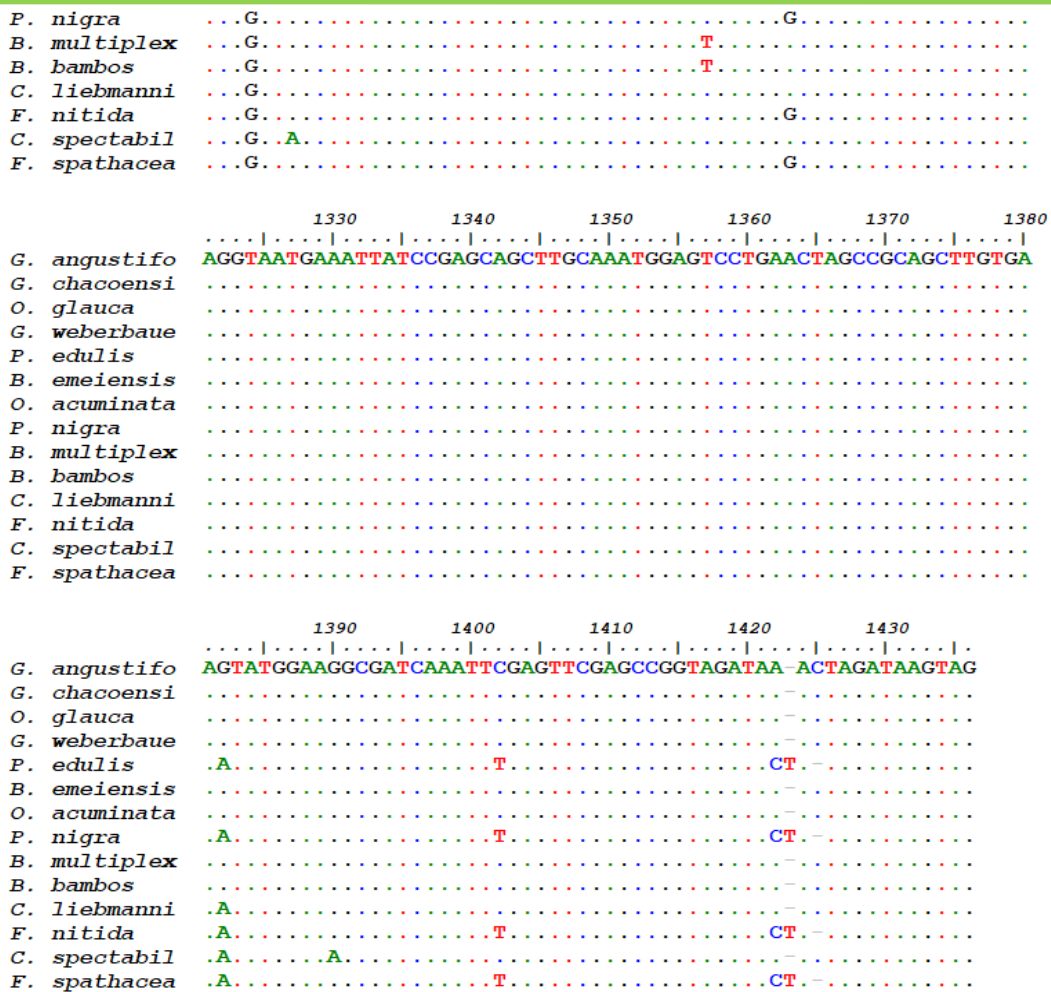
          1150         1160         1170         1180         1190         1200
    G. angustifo  GGGTATTCATGTTTGGCATATGCCAGCTCTGACCGAAATCTTTGGAGATGATCCGTATT
    G. chacoensi  .....
    O. glauca     .....
    G. weberbaue  .....
    P. edulis     .....
    B. emeiensis  .....T.....
    O. acuminata  .....
    P. nigra      .....
    B. multiplex  .....T.....
    B. bambos     .....T.....
    C. liebmanni  .....C.....
    F. nitida     .....
    C. spectabil  .....T.....
    F. spathacea  .....
  
```

	1090	1100	1110	1120	1130	1140
<i>G. angustifo</i>	CGGTGTCCTTTTCAC	TCAGGACTGGGTAT	CCATGCCAGGTG	TATACCGGTGGCT	TCAGG	
<i>G. chacoensi</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>O. glauca</i>	.....A.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>G. weberbaue</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>P. edulis</i>	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....
<i>B. emeiensis</i>	.....A.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>O. acuminata</i>	.....A.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>P. nigra</i>	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....
<i>B. multiplex</i>	.....A.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>B. bambos</i>	.....A.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>C. liebmanni</i>	.....A.....	.....	.....	.....G.....	.....	.....
<i>F. nitida</i>	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....
<i>C. spectabil</i>	.....A.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>F. spathacea</i>	.....A.....	.....	.....T.....	.....	.....	.....

	1150	1160	1170	1180	1190	1200
<i>G. angustifo</i>	GGGTATTCATGTTTGG	CATATGCCAGCTCT	GACCGAAATCTTT	GGAGATGATTCCG	TATT	
<i>G. chacoensi</i>
<i>O. glauca</i>
<i>G. weberbaue</i>
<i>P. edulis</i>
<i>B. emeiensis</i>T.....
<i>O. acuminata</i>
<i>P. nigra</i>
<i>B. multiplex</i>T.....
<i>B. bambos</i>T.....
<i>C. liebmanni</i>	.....C.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>F. nitida</i>
<i>C. spectabil</i>T.....
<i>F. spathacea</i>

	1210	1220	1230	1240	1250	1260
<i>G. angustifo</i>	ACAAATTTGGTGGAG	GAACTTTAGGACAT	CCCTTGGGAAATGC	ACCTGGTGCAGCAG	CTAA	
<i>G. chacoensi</i>
<i>O. glauca</i>
<i>G. weberbaue</i>
<i>P. edulis</i>
<i>B. emeiensis</i>
<i>O. acuminata</i>
<i>P. nigra</i>T.....
<i>B. multiplex</i>
<i>B. bambos</i>
<i>C. liebmanni</i>T.....
<i>F. nitida</i>T.....
<i>C. spectabil</i>T.....
<i>F. spathacea</i>T.....

	1270	1280	1290	1300	1310	1320
<i>G. angustifo</i>	TCGAGTGGCTTTAGA	AAGCTTGTGTACA	AGCTCGTAACGA	AGGACGCGATCT	TGCTCGTGA	
<i>G. chacoensi</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>O. glauca</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>G. weberbaue</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>P. edulis</i>	.....G.....	.....	.....	.....G.....	.....	.....
<i>B. emeiensis</i>	.....G.....	.....	.....	.....T.....	.....	.....
<i>O. acuminata</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....



Gambar 1. Sekuens Gen *rbcl* dari 14 Spesies Bambu

Berdasarkan hasil analisis sekuen gen *rbcl* empat belas spesies bambu, dijumpai perbedaan urutan basa nukleotida. Perbedaan tersebut terjadi karena adanya mutasi. Pada *O. glauca* dan *O. acuminata* terdapat perbedaan hanya pada nukleotida ke-886. Terjadi mutasi transisi pada *O. acuminata* dimana G (Guanine) menjadi A (Adenine). Pada tiga spesies *Bambusa* (*B. bambos*, *B. multiplex*, dan *B. emiensis*) juga terdapat perbedaan. Antara *B. emiensis* dengan *B. bambos* terdapat perbedaan pada nukleotida ke- 820, dimana pada *B. bambos* terjadi mutasi transisi A menjadi G. Pada mutasi transisi terjadi pergantian suatu pasangan basa yang mengakibatkan perubahan kode genetik, akan tetapi tidak merubah asam amino sehingga tidak mengakibatkan perubahan fungsi protein (Stansfield, 2006).

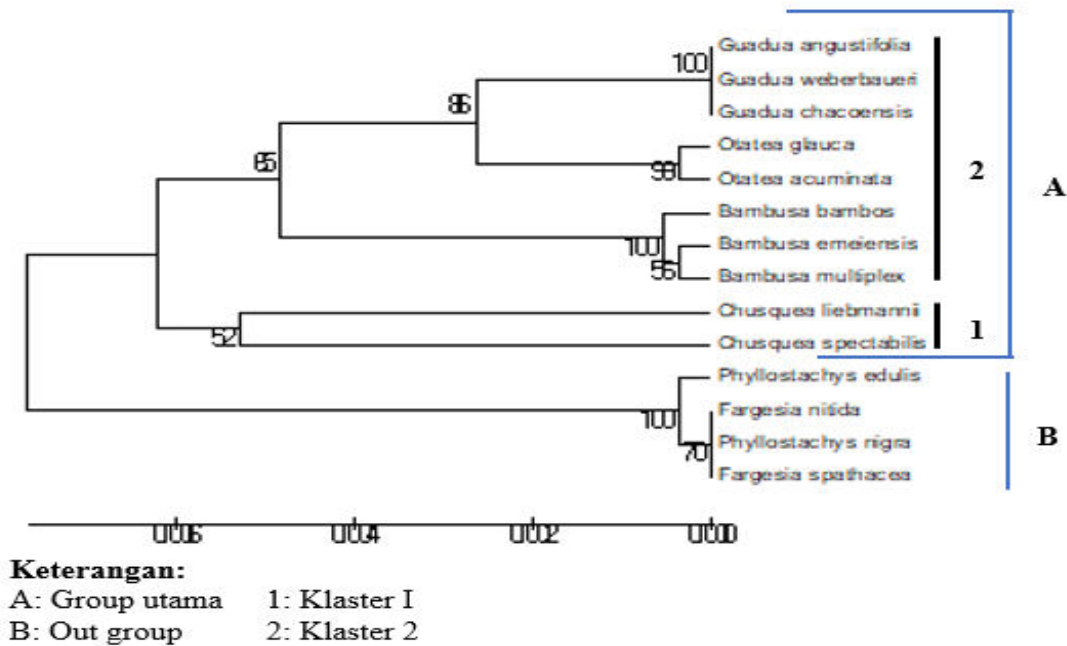
Pada sekuen gen *rbcl* empat belas bambu ditemukan juga mutasi transversi. Pada *Chusquea spectabilis* nukleotida ke-102 mengalami mutasi transversi. Nukleotida ke-102 *C. spectabilis* memiliki basa A, sedangkan tiga belas spesies yang lain memiliki basa T (*Thymine*). Mutasi transversi juga terjadi pada *C. liebmanni*. Pada nukleotida ke-1151 *C. liebmanni* berbasa C, sedangkan pada tiga belas spesies bambu yang lain berbasa G. Terjadinya mutasi transversi dapat mengakibatkan adanya perubahan asam amino yang terbentuk, sehingga mempengaruhi ekspresi gen (Nur, 2016).

Hasil pengamatan sekuen gen *rbcl* juga menemukan adanya peristiwa delesi. Spesies yang mengalami delesi pada nukleotida ke- 1423 adalah *B. bambos*, *B. mutipex*, *B. emiensis*, *O.*

acuminata, *O. Galuca*, *C. spectabilis*, *C. liebmannii*, *G. chacoensis*, *G. angustifolia* dan *G. weberbaueri*. Peristiwa delesi juga terjadi pada nukleotida ke-1425. Spesies yang mengalami delesi pada sekuen gen ke-1425 adalah *Phyllostachys edulis*, *Phyllostachys nigra*, *Fargesia nitida* dan *Fargesia spathacea*. Spesies yang mengalami delesi pada nukleotida ke- 1423 kehilangan basa nitrogen T sedangkan spesies yang mengalami delesi pada nukleotida ke- 1425 kehilangan basa nitrogen C.

Terdapat empat spesies (*P. edulis*, *P. nigra*, *F. nitida* dan *F. spathacea*) yang memiliki kesamaan. Kesamaan tersebut yaitu, empat spesies tersebut memiliki basa nitrogen yang sama pada urutan nukleotida tertentu, akan tetapi basa nitrogen pada urutan tersebut berbeda dengan sepuluh spesies yang lainnya. Empat spesies tersebut mengalami perbedaan dengan sepuluh spesies yang lain pada nukleotida ke 138, 246, 290, 555, 837, 1111, 1402, dan 1422. Contoh pada empat spesies tersebut mengalami mutasi transvers, dimana nukleotida ke-138 empat spesies tersebut berbasa C tetapi pada 10 spesies yang lain adalah G. Pada nukleotida ke-1402 dari empat spesies tersebut terjadi mutasi transisi, dimana basa C berubah menjadi T.

Sekuens gen *rbcl* dari empat belas spesies bambu yang telah disejajarkan, dipreparasi, dianalisis kekerabatannya. Analisis kekerabatan berdasarkan homologi sekuen gen *rbcl*. Semakin tinggi tingkat homologinya, semakin dekat kekerabatan antar jenis karena mutasi yang terjadi semakin rendah. Hal tersebut yang menjadi dasar konstruksi pohon filogeni bambu dengan menggunakan aplikasi *Mega6*.



Gambar 2. Pohon Filogeni 14 Spesies Bambu Berdasarkan Gen *rbcl*

Hasil konstruksi pohon filogeni bambu berdasarkan homologi sekuen gen *rbcl* menunjukkan bahwa empat belas spesies bambu membentuk *out group* dan *group* utama. *Out group* terdiri dari *Phyllostachys edulis*, *Phyllostachys nigra*, *Fargesia nitida* dan *Fargesia spathacea*. *Group* utama terdiri dari sepuluh spesies yaitu *B. bambos*, *B. mutipex*, *B. emiensis*,

O. acuminata, *O. Galuca*, *C. spectabilis*, *C. liebmannii*, *G. chacoensis*, *G. angustifolia* dan *G. weberbaueri*.

Spesies bambu yang berada pada *out group* mengalami peristiwa mutasi yang paling banyak. Pada *Phyllostachys edulis*, *Phyllostachys nigra*, *Fargesia nitida* dan *Fargesia spathacea* terjadi tujuh mutasi transversi. Selain itu, terjadi mutasi transisi sebanyak 12 kali pada *P. edulis*, sedangkan tiga spesies lainnya mengalami mutasi transisi sebanyak 13 kali pada urutan nukleotidanya.

Peristiwa delesi pada nukleotida ke-1423 dan 1425 merupakan salah satu faktor yang mendukung pembentukan *group* utama dan *out group*. Spesies bambu yang berada pada *group* utama mengalami delesi pada nukleotida ke-1423, sedangkan spesies bambu yang masuk *out group* terjadi delesi pada nukleotida ke- 1425.

Penelitian Wysocki dkk, (2015) mengenai evolusi bambu menggunakan genom kloroplas mendukung pengelompokan *group* utama dan *out group*. Hasil penelitian Wysocki dkk, (2015) spesies bambu dari *Bambusa*, *Otatea*, *Guadua*, *Chusquea*, *Hickelia*, *Greslania*, *Olmea* dan *Neoalba* memiliki hubungan kekerabatan yang dekat dan pada pohon filogeni mengelompok pada satu cabang pohon yang sama. Kelompok tersebut merupakan kelompok *Bambuseae*. Pada penelitian ini *group* utama termasuk ke dalam kelompok *Bambuseae*. Selain itu terdapat kelompok *Arundinarieae* yang teridri dari spesies bambu dari *Phyllostachys*, *Arundinaria*, *Indocalamus*, dan *Thamnochalamus* yang berada pada cabang pohon yang sama.

Terbentuknya *group* utama dan *out group* juga diperkuat oleh hasil *World Bamboo Congress* (2012). *WBC* (2012) mengelompokkan bambu menjadi 3 kelompok yaitu, *Arudinariae*, *Bambuseae* dan *Olyreae*. Spesies bambu yang ada pada *group* utama merupakan jenis bambu yang ada pada kelompok *Bambuseae*, sedangkan spesies bambu pada *out group* masuk kedalam kelompok *Arudinariae*.

Group utama pada pohon filogeni membentuk dua klaster. Klaster 1 terdiri dari *C. spectabilis* dan *C. liebmannii*. Spesies yang berada pada klaster satu memiliki kesamaan mengalami 3 kali mutasi transversi, akan tetapi terjadi pada urutan nukleotida yang berbeda-beda. *Chusquea spectabilis* mengalami mutasi transversi pada nukleotida ke-68, 102 dan 682, sedangkan *Chusquea liebmannii* mengalami mutasi pada nukleotida 68, 672 dan 682. Jumlah peristiwa mutasi transisi pada *C. spectabilis* empat belas kali, sedangkan pada *C. liebmannii* tiga belas kali.

Pada pohon filogeni, klaster 2 membentuk dua sub klaster, yaitu sub klaster **a** dan **b**. Sub klaster **a** terdiri dari tiga spesies dari *Bambusa*, sedangkan klaster **b** terdiri dari lima spesies dari *Otatea* dan *Guadua*. Spesies bambu yang berada pada sub klaster **a** (*B. bambos*, *B. mutipex*, *B. emiensis*) mengalami mutasi transversi lima kali. Mutasi transisi pada *B. bambos*, *B. mutipex* terjadi sebanyak sepuluh kali, sedangkan pada *B. emiensis* terjadi sembilan kali. Selain peristiwa mutasi, spesies yang berada pada sub klaster **a** mengalami delesi pada nukleotida ke- 741 dan 1423. Spesies bambu yang ada pada sub klaster **b** tidak mengalami mutasi pada sekuen gen *rbcL*-nya dan hanya mengalami peristiwa delesi dua kali pada nukleotida ke-739 dan 1423.

Terbentuknya klaster dan sub klaster pada *group* utama pohon filogeni sesuai dengan hasil *World Bamboo Congress* (2012). Seluruh spesies bambu yang ada pada *group* utama merupakan jenis bambu yang ada pada kelompok *Bambuseae*. Menurut *WBC* (2012) *Bambuseae* memiliki 9 sub kelompok, yaitu *Neotropical*, *Arthrostylidiinae*, *Chusqueinae*, *Guadunia*, *Paleotropical*, *Bambusinae*, *Hickliinae*, *Melocanninae* dan *Racemobambosinae*. Pada penelitian ini spesies yang berada pada klaster 1 merupakan sub kelompok *Chusqueinae*,

sedangkan pada klaster 2 terdiri dari 2 sub kelompok *Guadunia*, dan Bambusinae. Sub klaster **a** pada klaster 2 merupakan spesies bambu yang berada pada sub kelompok Bambusinae sedangkan sub klaster **b** merupakan spesies yang berada pada sub kelompok *Guadunia*.

Pengelompokan sub klaster **b** pada klaster 2 juga didukung oleh hasil penelitian Sanches (2011) mengenai evolusi bambu menggunakan sekuens gen *rpl 16*. Hasil konstruksi pohon filogeni 46 aksesi bambu, dikelompokkan menjadi 3 kelompok besar. Tiga kelompok besar itu *Arthrosyldiinae*, *Guadunia* dan *Chusqueinae*. Kelompok *Guadunia* menguatkan sub klaster **b** dalam penelitian ini. Kelompok *Guadunia* terdiri dari *O. acuminata*, *O. Galuca*, *G. chacoensis*, *G. angustifolia*, *G. weberbaueri* dan 11 spesies bambu lainnya yang memiliki hubungan kekerabatan dekat. Pada penelitian Sanches (2011) tidak menggunakan *G. Chacoensis*, *G. Angustifolia* seperti pada penelitian ini, akan tetapi kedua spesies tersebut berdasarkan hasil analisis sekuens gen *rbcl* pada penelitian ini, tidak memiliki perbedaan urutan basa nukleotida dengan *G. weberbaueri*. Hal tersebut menjadi faktor yang menyebabkan kedua spesies tersebut *G. chacoensis* dan *G. angustifolia* berada pada sub klaster **b** dan cabang pohon yang sama bersama dengan *G. weberbaueri*. Pada pohon filogeni, masing-masing spesies yang memiliki tingkat kekerabatan paling dekat dikelompokkan pada cabang pohon yang sama (Sukri, 2014).

Hasil analisis kekerabatan bambu dengan pendekatan molekuler gen *rbcl* berbasis *in silico* menunjukkan bahwa, spesies yang berada pada genus yang sama belum tentu berkerabat dekat. Spesies yang tergabung dalam *out group* yaitu *Phyllostachys edulis*, *Phyllostachys nigra* memiliki hubungan kekerabatan yang lebih dekat dengan *Fargesia nitida* dan *Fargesia spathacea*. *Phyllostachys edulis* membentuk cabang pohon sendiri, sedangkan *Phyllostachys nigra* berada pada cabang pohon filogeni yang sama dengan *F. nitida* dan *F. spathacea*. Pada *P. edulis* dan *P. nigra* hanya terdapat satu perbedaan pada nukleotida ke-1254, sedangkan *P. edulis* dengan *F. nitida* dan *F. spathacea* tidak memiliki perbedaan sama sekali sehingga berada pada cabang pohon yang sama.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, gen *rbcl* dapat digunakan untuk mengungkap kekerabatan bambu, serta membuktikan bahwa kajian evolusi dapat dilakukan dengan pendekatan molekuler. Hasil analisis *in silico* dan konstruksi pohon filogeni, empat belas spesies bambu membentuk *group* utama dan *out group*. *Group* utama terdiri atas sepuluh spesies yang membentuk 2 klaster, sedangkan *out group* terdiri dari empat spesies bambu. Spesies bambu yang berada pada genus yang sama belum tentu memiliki kekerabatan yang lebih dekat. Hal tersebut terjadi karena adanya variasi genetik atau perbedaan pada urutan nukleotida pada sekuens gen *rbcl*.

DAFTAR RUJUKAN

- Arbi, UY. 2012. Sejarah dan Bukti Evolusi Pada *Gastropoda*. *OSEANA* 37 (2), 41-51.
- Balitri. 2011. Potensi Bambu Sebagai Tanaman Konservasi Daerah Aliran Sungai. <http://balitri.litbang.pertanian.go.id/index.php/berita/berita-lain?77-potensi-bambu-sebagai-tanaman-konservasi-daerah-aliran-sungai>. (diakses pada 17 Januari 2018).
- Basith, A. 2015. Peluang Gen *rbcl* sebagai DNA Barcode Berbasis DNA Kloroplas untuk Mengungkap Keanekaragaman Genetik Padi Beras Hitam (*Oryza sativa* L.) Lokal

-
- Indoneia. *Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi di FKIP Universitas Sebelas Maret Surakarta*, 938-941.
- Bhattacharya, B. 2016. *Botani Sistematis Edisi 2*. Penerbit Buku Kedokteran EGC: Jakarta.
- Consortium Barcode of Life (CBOL). 2009. A DNA Barcode for Land Plants. *PNAS*: 106 (31).
- Helmi. 2016. Pengembangan Bahan Ajar Evolusi Berbantuan Aplikasi CAMTASIA Studio 8 Sebagai Sarana Pembelajaran IPA Biologi SMA. *E-Jurnal Universitas Wiralodra* 1 (1), 31-37.
- Imtihana. 2014. Pengembangan Buklet Berbasis Penelitian Sebagai Sumber Belajar Materi Pencemaran Lingkungan di SMA. *Unnes Journal of Biology Education* 3 (2), 186-192.
- Julisaniah, NI. 2008. Analisis Kekekabatan Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Menggunakan Metode RAPD-PCR dan Isozim. *Biodiversitas* 9 (2), 99-102.
- Karmana, IW. 2009. Kajian Evolusi Berbasis Urutan Nukleotida. *Ganec Swara* 3 (3), 75-81.
- Kurniawan, H. 2002. Diversitas Genetik Plasma Nutfah Ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.) Asal Indonesia Berdasarkan Analisis Kluster Karakter Fenotipik. Tesis. Program Pascasarjana. Program Studi Ilmu Tanaman Bidang Kajian Utama Pemuliaan Tanaman. Universitas Padjajaran Bandung.
- Mayasari, A. dan Suryawan A. 2012. Keragaman Jenis Bambu dan Pemanfaatannya di Taman Nasional Alas Purwo. *Info BPK Manado* 2 (2), 139-154.
- Nur. A., Syahrudin. K. 2016. *Gandum: Peluang Pengembangan di Indonesia Aplikasi Teknologi Mutasi dalam Pembentukan Varietas Gandum Tropis*. Jakarta: Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press.
- Nuha, U., Amin, A., Lestari, U. 2016. Pengembangan Buku Ajar Berbasis Penelitian Evolusi dan Filogenetik Molekuler untuk Mata Kuliah Evolusi di Universitas Jember. *Jurnal Pendidikan* 1 (9): 1791-1796.
- Sanchez, ER. 2011. Biogeography and Divergence Time Estimates of Woody Bamboos: Insights in The Evolution of Neotropical Bamboos. *Bol.Soc.Bot. Mex* 88, 67-75.
- Saputra, A. 2017. Persepsi Mahasiswa Calon Guru Biologi tentang Pembelajaran Materi Evolusi di SMA: Studi Kasus Mahasiswa Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sebelas Maret Surakarta. *Bioeducation* 1 (1), 1-9.
- Sidharta, BR. 1995. Evolusi. Universitas Atmajaya: Yogyakarta.
- Stansfield, WD. 2006. Biologi Molekuler dan Sel. Erlangga: Jakarta
- Sukri, A. 2014. Analisis Filogeni Kerbau Lokal Indonesia (*Bubaus bubalis*) dengan Gen cyt b Berbasis Biogeografi Sebagai Bahan Aja Mata Kuliah Bioinformatika. *Disertasi*. Universitas Negeri Malang.
- Suparman. 2012. Markah Molekular dalam Identifikasi dan Analisis Kekekabatan Tumbuhan Serta Implikasinya bagi Mata Kuliah Genetika. *Jurnal BIOedukasi* 1 (1), 59-68.
- World Bamboo Congress. 2012. An Update Tribal and Subtribal Classification of The Bamboos (Poaceae:Bambusoideae). *World Bamboo Congress* 1 (2), 3-27.
- Tjitrosoepomo, G. 2007. Taksonomi Tumbuhan (*Spermatophyta*). Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Widjaja, EA. 2001. Identifikasi Jenis-jenis Bambu di Kepulauan Sunda Kecil. Puslitbang Biologi LIPI: Bogor.
- Widjaja dan Karsono. 2004. Keanekaragaman Bambu di Pulau Sumba. *Biodiversitas* 6 (2), 95-100.

Wysocki, WP. 2015. Evolution of The Bamboos (Bambusoideae: Poaceae): A Full Plastome Phylogenomic Analysis. *Genome Evolution and Evolutionary Systems Biology. BMC Evolutionary Biology* 15 (50), 1-12.

KONTAMINASI *Escherichia coli* AIR MINUM ISI ULANG PADA DEPOT AIR MINUM DI KOTA MALANG

Lia Rahayu dan Wiwik Kusmawati

IKIP Budi Utomo Malang

Email: wiwikusmawati@gmail.com

Abstrak

Data dari Dinas Kesehatan Kota Malang menunjukkan semakin banyaknya depot air minum isi ulang di kota Malang, hingga tahun 2013 tercatat sebanyak 163 depot air minum tersebar di tiap kecamatan Kota Malang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kontaminasi *Escherichia coli* air minum isi ulang pada depot air minum di kota Malang. Penelitian bersifat deskriptif laboratorium. Sampel yang diambil adalah 20 depot air minum isi ulang di kota Malang. Sampel yang diambil yang telah memenuhi kriteria inklusi yaitu depot air minum isi ulang yang terdaftar di Dinas Kesehatan Kota Malang. Pemeriksaan *Escherichia coli* dengan menggunakan *Most Probable Number Test* yang terdiri dari *presumtif test* menggunakan medium *Lactose Broth* (LB) dan *confirmatif test* menggunakan medium *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB). Ditemukan *Escherichia coli* sebanyak 18 sampel dari 20 sampel yang diuji.

Kata Kunci:

kontaminasi,
Escherichia coli ,
air minum isi ulang

PENDAHULUAN

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting fungsinya bagi kehidupan umat manusia dan makhluk hidup lainnya (Mukaromah dan Yusrin, 2010). Air yang dibutuhkan manusia meliputi air layak pakai yang bersih dan sehat untuk keperluan memasak, mencuci, dan mandi serta air yang layak konsumsi untuk keperluan minum (Rahayu, 2010). Air juga dapat berperan sebagai media penularan penyakit. Air merupakan media dan lingkungan yang baik untuk kehidupan mikroorganisme baik itu mikroorganisme patogen maupun non patogen, oleh karenanya timbul pengertian apa yang disebut *water borne disease* (Asfawi, 2004).

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif. Parameter wajib penentuan kualitas air minum secara mikrobiologi adalah total bakteri koliform dan *Escherichia coli*.

Pemenuhan kebutuhan air minum masyarakat saat ini sangat bervariasi. Di kota besar, dalam hal pemenuhan kebutuhan air minum masyarakat juga mengkonsumsi depot air minum isi ulang (DAMIU). DAMIU adalah badan usaha yang mengelola air minum untuk keperluan masyarakat dalam bentuk curah dan tidak dikemas. Ditinjau dari harganya air minum isi ulang (AMIU) lebih murah dari air minum dalam kemasan (AMDK), bahkan ada yang mematok harga hingga 1/4 dari harga AMDK. Namun dari segi kualitasnya, masyarakat masih

Diterima:
11 September 2018

Dipresentasikan:
22 September 2018

Disetujui Terbit:
20 Oktober 2018

meragukan karena belum ada informasi yang jelas dari segi proses maupun peraturan tentang peredaran dan pengawasannya.

Berbagai penelitian sebelumnya di berbagai kota besar di Indonesia, menunjukkan AMIU kurang aman atau terkontaminasi dengan bakteri yang dapat merugikan kesehatan manusia. Penelitian yang dilakukan oleh Institute Pertanian Bogor (IPB) dan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) menyatakan bahwa sebagian besar produk air minum dihasilkan oleh DAMIU tidak memenuhi standar industri air minum dalam kemasan. Penelitian dilakukan di beberapa kota besar seperti Jakarta, Bandung, Medan, dan Surabaya. Hasil penelitian di dua lembaga ini menunjukkan bahwa air minum isi ulang terkontaminasi bakteri koliform, *Escherichia coli*, *Salmonella*, dan bahkan sampel air terdeteksi mengandung logam berat kadmium (Rubaiah, 2005).

Salah satu penyakit yang disebabkan oleh air minum yang kualitas mikrobiologisnya buruk adalah diare (Wandriviel *et al.*, 2012). Penyakit diare termasuk dalam penyakit yang menonjol di kota Malang dengan jumlah kasus 34.322 pada tahun 2012 (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2012).

Data dari Dinas Kesehatan Kota Malang menunjukkan semakin banyaknya depot air minum isi ulang di Kota Malang, hingga tahun 2013 tercatat sebanyak 163 depot air minum tersebar di tiap Kecamatan Kota Malang (Dinas Kesehatan Kota Malang, 2012). Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kontaminasi *Escherichia coli* air minum isi ulang (AMIU) pada depot air minum di kota Malang propinsi Jawa Timur.

METODE

Penelitian yang dilakukan bersifat deskriptif laboratorium. Sampel pada penelitian ini adalah 20 depot air minum isi ulang di kota Malang. Sampel yang diambil yang telah memenuhi kriteria inklusi yaitu depot air minum isi ulang yang terdaftar di Dinas Kesehatan. Pemeriksaan mikrobiologi dengan menggunakan *Most Probable Number Test* yang terdiri dari *presumptive test* menggunakan medium *Lactose Broth* (LB) dan *confirmative test* menggunakan medium *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLBB).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel air minum isi ulang (AMIU) yang diperoleh dari depot air minum isi ulang di kota Malang sebanyak 20 sampel. Pemeriksaan mikrobiologi dengan menggunakan *Most Probable Number Test*. Tahap pertama yang dilakukan yaitu *presumptive test* menggunakan medium *Lactose Broth* (LB) karena merupakan media untuk mendeteksi adanya bakteri koliform. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gas dalam tabung Durham dan bersifat asam bila media menjadi kuning. Di dalam medium *Lactose Broth* (LB) mengandung pepton dan ekstrak daging yang menyediakan nutrisi penting metabolisme bakteri. Laktosa yang terkandung juga menyediakan sumber karbohidrat yang dapat difermentasi oleh bakteri koliform.

Sampel yang menunjukkan hasil positif pada uji praduga dilanjutkan dengan uji penegasan untuk mengetahui total *Escherichia coli* dengan menggunakan media BGLB. Total *Escherichia coli* pada air minum isi ulang dengan menggunakan media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1 Total *Escherichia coli* pada Air Minum Isis Ulang (AMIU) dengan menggunakan media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB)

Sampel	Tingkat Pengenceran			MPN (per 100 ml)
	10 ml	1 ml	0,1 ml	
1	3	2	0	93
2	3	0	1	39
3	3	0	2	64
4	2	1	0	15
5	3	0	0	23
6	3	0	2	64
7	2	2	1	28
8	3	0	1	39
9	2	1	1	20
10	3	0	1	39
11	2	2	1	28
12	3	0	1	39
13	2	1	1	20
14	3	0	1	39
15	0	0	0	0
16	2	1	1	20
17	3	0	2	64
18	2	2	1	28
19	2	1	0	15
20	0	0	0	0

Berdasarkan pemeriksaan angka kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada air minum isi ulang diatas menunjukkan bahwa sebanyak 18 sampel dari 20 sampel yang diuji terkontaminasi bakteri *Escherichia coli*.

SIMPULAN

Ditemukan kontaminasi bakteri *Escherichia coli* sebanyak 18 sampel dari 20 sampel yang diproduksi dari 20 depot air minum isi ulang kota Malang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti yang telah memberikan dukungan keuangan untuk penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Asfawi, S. 2004. *Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang pada Tingkat Produsen di Kota Semarang*. Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. 2012. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012*.
- Dinas Kesehatan Kota Malang. 2012. *Data DAM (Depot Air Minum) Tahun 2010, 2011, 2012 Kota Malang*.
- Mukaromah, A. H. dan Yusrin. 2010. Pengaruh Lama Waktu Simpan pada Suhu Ruang (27-29°C) terhadap Kadar Zat Organik pada Air Minum Isi Ulang. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*. 12-13 Mei 2015, Medan.

- Rahayu, A. 2010. Deteksi Adanya Bakteri pada Air Minum dalam Galon. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya*. 2 (1).
- Rubaiah, A. 2005. *Pengaruh Nilai Produk yang Dirasakan terhadap Proses Keputusan Pembelian Konsumen Air Minum Isi Ulang pada Depot Aloa Bandung*. Tesis, Institut Pertanian Bogor, Bandung.
- Wandrivel, R., Suharti N., dan Lestari Y. 2012. Kualitas Air Minum yang Diproduksi di Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Bungus Padang Berdasarkan Persyaratan Mikrobiologi. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 1 (3).

Comparison of Plant Diversity in Tahura R. Soerjo Area with Plant Exploration from Purwodadi Botanic Garden

Lusky Andriana¹, Elza Ismaya Dewi¹, dan Rony Irawanto^{2,3}

¹ Biologi Universitas Airlangga, Surabaya.

² Kebun Raya Purwodadi - LIPI, Pasuruan.

³ Ilmu Lingkungan Universitas Brawijaya, Malang.

Email: biory96@yahoo.com

Abstrak

R. Soerjo Forest Park call by "Tahura R. Soerjo" is a conservation area of natural resources with the aim of collecting plants and animals that are used for research, science, and education. The area of Tahura R. Soerjo is managed by the Forest Agency of East Java Province. The stategic of conservation area in Indonesia devide into in-situ and ex-situ. One example of in-situ conservation is Tahura R. Soerjo, in other hand Purwodadi Botanic Garden (KRP) is ex-situ conservation also in East Java Province. The Purwodadi Botanic Garden have task of conservation, research, education, tourism and environmental services. The purpose of this study is to compare the plants diversity of Tahura R. Soerjo from inventory data in 2005 by Tahura with exploration result data in 2017 by KRP. This a descriptive research, use data from Tahura and Registation-KRP, were conducted from July 22, to August 28, 2018. The result of plants diversity from inventory data 2005 about 160, comparing with exploration data2017, about 179 which divided into 6 groups with a sequential number of species, 39: 45: 20: 27: 20: and 28.

Kata Kunci:

Tahura R. Soerjo,
Purwodadi Botanic
Garden,
plants diversity,
comparison

PENDAHULUAN

Secara geografis Taman Hutan Raya (Tahura) R. Soerjo terletak antara 7°40'10" sampai 7°49'31" LS dan 112°22'13" sampai 112°46'30" BT. Kawasan Tahura R. Soerjo termasuk dalam lima wilayah administrasi pemerintahan, yaitu Kabupaten Jombang, Mojokerto, Pasuruan, Malang dan Kota Batu. Tahura memiliki peran di bidang pendidikan bagi masyarakat khususnya pelajar, mahasiswa dan peneliti untuk mempelajari hutan dan hubungan timbal balik antar komponen ekosistemnya. Tahura R. Soerjo adalah salah satu ekosistem hutan yang menjadi bagian dari hutan pendidikan konservasi terpadu dan berperan sebagai kawasan pelestarian alam untuk tujuan koleksi tumbuhan dan satwa serta penelitian dan pendidikan (Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur, 2018). Dalam perkembangannya, kawasan tahura mengalami perubahan akibat aktivitas masyarakat dalam mengolah lahan dengan jenis yang memiliki nilai ekonomi. Hal ini menyebabkan sedikit demi sedikit tutupan hutan berubah menjadi lahan agroforestri dengan komposisi jenis yang cenderung homogen (Erwin, 2017).

Kondisi di sekeliling Tahura R. Soerjo, khususnya di kawasan Cangar, sudah mulai berubah menjadi lahan hortikultura. Tahura R. Soerjo perlu mendapatkan perhatian intensif dari berbagai kalangan berkaitan dengan peningkatan kerusakan kawasan tersebut (Maisyaroh, 2010). Menurut Suhendang (2013), hutan yang mengalami gangguan ekosistem akan

mempengaruhi nilai keanekaragaman antara fase pertumbuhan pohon. Apabila di dalam kawasan hutan memiliki nilai keanekaragaman rendah maka keseimbangan ekosistem menurun dan terjadi penurunan fungsi ekologis hutan. Sebaliknya, dengan nilai keanekaragaman yang tinggi maka komunitas tersebut semakin stabil.

Salah satu anggota ekosistem yang terdapat di kawasan hutan yang berperan penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem adalah tumbuhan penutup tanah. Tumbuhan-tumbuhan ini yang tumbuh di antara pepohonan yang utama akan memperkuat struktur tanah hutan tersebut. Tumbuhan penutup tanah ini dapat berfungsi dalam peresapan dan membantu menahan jatuhnya air secara langsung (Maisyaroh, 2010).

Kawasan Tahura R. Soerjo sebagai bagian dari ekosistem Gunung Arjuno yang merupakan salah satu ekosistem hutan pegunungan tersisa yang ada di pulau Jawa. Sebagian dari kawasan tersebut mengalami kerusakan akibat dari tekanan dari kegiatan masyarakat. Kondisi ini dialami pada kawasan-kawasan yang berdekatan dan berbatasan langsung dengan aktivitas masyarakat. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan upaya rehabilitasi kawasan-kawasan yang terdegradasi dengan jenis-jenis tumbuhan asli yang berasal dari kawasan tersebut. Untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan yang berasal dari kawasan Tahura R. Soerjo maka diperlukan kegiatan eksplorasi dan inventarisasi vegetasi yang ada di sana. Sekaligus melengkapi *baseline* data dasar kondisi saat ini dan bagaimana perbandingannya dengan data keanekaragaman vegetasi yang pernah dilakukan dalam kawasan pada tahun terdahulu.

Upaya eksplorasi merupakan aktivitas rutin yang dilakukan kebun raya dalam menjalankan fungsi tugas utama konservasi tumbuhan. Kebun raya didefinisikan sebagai kawasan konservasi tumbuhan secara *ex-situ* yang memiliki koleksi tumbuhan terdokumentasi dan ditata berdasarkan pola klasifikasi taksonomi, bioregion, tematik atau kombinasi dari pola-pola tersebut untuk tujuan kegiatan konservasi, penelitian, pendidikan, wisata, dan jasa lingkungan (Perpres 93/2011). Di mana karakteristik utama suatu kebun raya adalah tersedianya koleksi tumbuhan yang terdokumentasi, dilengkapi dengan material biji dan spesimen herbarium sebagai koleksi penunjang (Irawanto, 2011). Koleksi tumbuhan kebun raya dicatat pada unit registrasi agar menjadi jelas asal-usul tumbuhan tersebut (Yuzammi, dkk. 2006). Di mana koleksi tumbuhan kebun raya tersebut diperoleh dari hasil eksplorasi ke berbagai kawasan hutan di Indonesia. Kebun Raya Purwodadi (KRP) adalah salah satu kebun raya di Indonesia.

Kegiatan eksplorasi dan pengkoleksian tumbuhan ini selain bertujuan konservasi untuk menyelamatkan tumbuhan dari kepunahan, juga melakukan penelitian keanekaragaman tumbuhan di kawasan tersebut. Jika kegiatan ini dapat dilakukan, maka akan semakin banyak tumbuhan yang dapat dikoleksi, diselamatkan, dan dilestarikan di kebun raya. Dalam melakukan konservasi tumbuhan, sudah termasuk kegiatan inventarisasi, eksplorasi, penanaman koleksi dan pemeliharaan tumbuhan yang memiliki nilai ilmu pengetahuan dan berpotensi dikonservasi (Asikin dan Soejono, 2006). Tumbuhan yang sudah ditanam dan menjadi koleksi KRP saat ini sejumlah 11.748 spesimen, 1.925 jenis, 928 marga dan 175 suku (Lestari *et al.*, 2012). Keberadaan tumbuhan koleksi tersebut, selanjutnya dapat dimanfaatkan dan dikembangkan untuk tujuan penelitian, pendidikan dan budidaya.

Oleh karena itu kegiatan eksplorasi di kawasan Tahura R. Soerjo perlu dilakukan. Kegiatan ini sekaligus menjadi sarana dalam peningkatan kemampuan teknis perkebunayaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman tumbuhan di kawasan Tahura R. Soerjo dengan mengkompilasi data hasil eksplorasi yang dilakukan KRP tahun 2017 dengan

data inventarisasi yang pernah dilakukan Tahura R. Soerjo pada tahun 2005. Hasil penelitian ini diperlukan dalam mendukung upaya konservasi dan rehabilitasi kawasan.

METODE

Penelitian ini bersifat deskriptif, dengan melakukan komparasi data vegetasi yang pernah ada dan pengumpulan data lapangan. Data lapangan diperoleh dari hasil eksplorasi KRP tahun 2017. Sedangkan data vegetasi yang pernah ada berasal dari hasil inventarisasi Tahura tahun 2005. Kegiatan eksplorasi KRP dilaksanakan pada bulan Agustus 2017, dengan pembagian kelompok sejumlah 6 tim.

Alat yang digunakan dalam eksplorasi adalah *Global Positioning System (GPS)* Garmin, tally sheet, kamera, pita ukur, dan alat tulis. Sedangkan yang menjadi objek penelitian adalah vegetasi yang terdapat di lokasi hutan Cagar. Batasan vegetasi pada Tahura R. Soerjo meliputi tumbuhan bawah/semai, pancang, tiang, dan pohon. Menurut (Latifah, 2005) pembagian semai, pancang, tiang, dan pohon digunakan kriteria pertumbuhan sebagai berikut, semai adalah anakan pohon mulai kecambah sampai setinggi < 1,5 meter, pancang adalah anakan pohon yang tingginya $\geq 1,5$ meter dan diameter < 7 cm, tiang adalah pohon muda yang diameternya mulai 7 cm sampai diameter < 20 cm, pohon adalah pohon dewasa berdiameter ≥ 20 cm.

Jenis data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang berasal dari sumber asli atau pertama, dengan melalui pengukuran langsung di lapangan (Narimawati, 2008). Sedangkan data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2008). Data primer dalam hal ini hasil eksplorasi KRP yang meliputi nomor koleksi, kolektor, nama jenis tumbuhan dan sukunya, kemudian data sekunder yang diambil dari hasil inventarisasi dalam buku laporan inventarisasi potensi sumber daya hutan Tahura R. Soerjo. Kemudian data primer maupun sekunder dilakukan analisis dengan mengkomparasikan kedua data tersebut dengan penyajian bentuk tabel, grafik maupun uraian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Eksplorasi Flora KRP di Tahura R. Soerjo (2017)

Sebelum melakukan rencana kegiatan penelitian rehabilitasi kawasan di Tahura R. Soerjo pada tahun 2018. Kebun Raya Purwodadi (KRP) pernah melakukan eksplorasi flora di Tahura R. Soerjo, pada kawasan hutan Cagar di tahun 2017. Dalam sistem pendokumentasian hasil eksplorasi yang tersimpan yang terpusat pada Unit Registrasi di model A1. Berdasarkan data registrasi terdapat enam kelompok atau grup dalam model A1: penerimaan material hasil eksplorasi tumbuhan di Tahura R. Soerjo Cagar – Batu, dengan data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Model A1. Penerimaan Material Hasil Eksplorasi Tahura R Soerjo Cagar.

No	Grup	Nomor Akses	Kolektor	Nama Jenis Tumbuhan	Suku/Family	Habitus	Jml
1	1	P2017080238	Yp 01	<i>Hoya sp.</i>	Asclepiadaceae	Ep	3
2	1	P2017080239	Yp 02	<i>Amomum sp.</i>	Zingiberaceae	Hrb	3
3	1	P2017080240	Yp 03	<i>Curculigo sp.</i>	Hypoxidaceae	Hrb	3
4	1	P2017080241	Yp 04	<i>Ficus montana</i>	Moraceae	T	3
5	1	P2017080242	Yp 05	<i>Dendrobium sp.</i>	Orchidaceae	Ep	3

No	Grup	Nomor Akses	Kolektor	Nama Jenis Tumbuhan	Suku/Family	Habitus	Jml
6	1	P2017080243	Yp 06	<i>Agrostopyllum sp</i>	Orchidaceae	Ep	3
7	1	P2017080244	Yp 07	<i>Eria sp. 1</i>	Orchidaceae	Ep	3
8	1	P2017080245	Yp 08	<i>Nephrolepis sp</i>	Neprolepidaceae	Sp	3
9	1	P2017080246	Yp 09	<i>Smilax sp.</i>	Smilacaceae	Cl	3
10	1	P2017080247	Yp 10	<i>Rubus sp.</i>	Rosaceae	Sh	1
11	1	P2017080248	Yp 11	<i>Eria sp. 2</i>	Orchidaceae	Ep	3
12	1	P2017080249	Yp 12	<i>Ceratostylis sp.</i>	Orchidaceae	Ep	1
13	1	P2017080250	Yp 13	<i>Dendrobium sp. 2</i>	Orchidaceae	Ep	3
14	1	P2017080251	Yp 14	<i>Schoenorchis juncifolia</i>	Orchidaceae	Ep	1
15	1	P2017080252	Yp 15	<i>Thrixspermum sp</i>	Orchidaceae	Ep	3
16	1	P2017080253	Yp 16	<i>Sterculia sp.</i>	Sterculiaceae	T	1
17	1	P2017080254	Yp 17	<i>Dendrobium sp. 3</i>	Orchidaceae	Ep	2
18	1	P2017080255	YP 18	<i>Areca sp.</i>	Arecaceae	T	3
19	1	P2017080256	YP 19	<i>Pandanus sp.</i>	Pandanaceae	Sh	3
20	1	P2017080257	Yp 20	<i>Piper sp.</i>	Piperaceae	Cl	1
21	1	P2017080258	YP 21	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	T	3
22	1	P2017080259	Yp 22	-	Annonaceae	T	2
23	1	P2017080260	Yp 23	<i>Colocasia sp.</i>	Araceae	Hrb	1
24	1	P2017080261	Yp 24	<i>Clerodendron sp.</i>	Verbenaceae	T	2
25	1	P2017080262	Yp 25	<i>Sterculia sp.</i>	Sterculiaceae	T	1
26	1	P2017080263	Yp 26	<i>Areca sp. 2</i>	Araceae	Sh	3
27	1	P2017080264	Yp 27	<i>Pepaya gunung</i>	Araliaceae	T	3
28	1	P2017080265	Yp 28	<i>Tectaria sp.</i>	Tectariaceae	Hrb	3
29	1	P2017080266	Yp 29	<i>Adiantum sp.</i>	Adiantaceae	Hrb	3
30	1	P2017080267	Yp 30	<i>Bulbophyllum sp.</i>	Orchidaceae	Ep	3
31	1	P2017080268	Yp 31	-	Rubiaceae	T	3
32	1	P2017080269	Yp 32	<i>Begonia sp.</i>	Begoniaceae	Hrb	3
33	1	P2017080270	Yp 33	<i>Cyathea sp.</i>	Cyatheaaceae	Sh	2
34	1	P2017080271	Yp 34	<i>Coelogyne sp.</i>	Orchidaceae	Ep	3
35	1	P2017080272	Yp 35	<i>Aeschynanthus sp.</i>	Gesneriaceae	Ep	3
36	1	P2017080273	Yp 36	<i>Hoya sp.</i>	Asclepiadaceae	Ep	3
37	1	P2017080274	Yp 37	<i>Zingiber sp.</i>	Zingiberaceae	Hrb	3
38	1	P2017080275	Yp 38	<i>Eria sp. 3</i>	Orchidaceae	Ep	3
39	1	P2017080276	Yp 39	<i>Fimbrimbambusa sp.</i>	Poaceae	Sh	2
40	2	P2017080277	AL 007	<i>Bryonopsis lacinoso</i>	Cucurbitaceae	Cl	10
41	2	P2017080278	AL 008	<i>Hoya purpureo-fusca</i>	Asclepiadaceae	Ep	1
42	2	P2017080279	AL 009	<i>Pyrrasia sp.</i>	Polypodiaceae	Fn	1
43	2	P2017080280	AL 010	<i>Dendrobium sp.</i>	Orchidaceae	Ep	1
44	2	P2017080281	AL 011	<i>Dendrobium sp.</i>	Orchidaceae	Ep	2
45	2	P2017080282	AL 012	<i>Dendrobium sp.</i>	Orchidaceae	Ep	2
46	2	P2017080283	AL 013	<i>Dischidia angustifolia</i>	Asclepiadaceae	Ep	1
47	2	P2017080284	AL 014	<i>Decranopteris linearis</i>	Blechnaceae	Fn	1
48	2	P2017080285	AL 015	<i>Molineria capitulate</i>	Hypoxidaceae	Rh	3
49	2	P2017080286	AL 016	<i>Rubus chrysophyllus</i>	Rosaceae	Sh	1
50	2	P2017080287	AL 017	<i>Piper sp.</i>	Piperaceae	Cl	1
51	2	P2017080288	AL 018	<i>Schoenorchis juncifolia</i>	Orchidaceae	Ep	2
52	2	P2017080289	AL 019	<i>Breynia microphylla</i>	Euphorbiaceae	T	3
53	2	P2017080290	AL 020	<i>Glochidion rubrum</i>	Euphorbiaceae	T	2
54	2	P2017080291	AL 021	<i>Ficus fistulosa</i>	Moraceae	T	4
55	2	P2017080292	AL 022	<i>Acalypha amentacea</i>	Euphorbiaceae	T	1
56	2	P2017080293	AL 023	<i>Smilax zeylanica</i>	Smilacaceae	Cl	1
57	2	P2017080294	AL 024	<i>Vittaria lineata</i>	Vittariaceae	Ep	1
58	2	P2017080295	AL 025	<i>Centella sp.</i>	Apiaceae	H	3

No	Grup	Nomor Akses	Kolektor	Nama Jenis Tumbuhan	Suku/Family	Habitus	Jml
59	2	P2017080296	AL 026	<i>Rauvolfia javanica</i>	Apocynaceae	T	1
60	2	P2017080297	AL 027	-	Rubiaceae	T	1
61	2	P2017080298	AL 028	<i>Cestrum parqui</i>	Solanaceae	Cl	1
62	2	P2017080299	AL 029	<i>Pachystrobilus involuocratus</i>	Acanthaceae	Sh	3
63	2	P2017080300	AL 030	<i>Rapanea hasseltii</i>	Myrsinaceae	T	2
64	2	P2017080301	AL 031	<i>Freycinetia sp.</i>	Pandanaceae	Cl	4
65	2	P2017080302	AL 032	<i>Beilschmiedia sp.</i>	Lauraceae	T	2
66	2	P2017080303	AL 033	<i>Diplocaulodium sp.</i>	Orchidaceae	Ep	2
67	2	P2017080304	AL 034	<i>Pinanga coronata</i>	Arecaceae	T	1
68	2	P2017080305	AL 035	<i>Litsea diversifolia</i>	Lauraceae	T	1
69	2	P2017080306	AL 036	<i>Begonia sp.</i>	Begoniaceae	H	2
70	2	P2017080307	AL 037	<i>Begonia sp.</i>	Begoniaceae	H	6
71	2	P2017080308	AL 038	<i>Piper stylosum</i>	Piperaceae	Cl	7
72	2	P2017080309	AL 039	<i>Zingiber sp.</i>	Zingiberaceae	Rh	5
73	2	P2017080310	AL 040	<i>Arisaema sp.</i>	Araceae	H	1
74	2	P2017080311	AL 041	<i>Aeschynanthus sp.</i>	Gesneriaceae	Cl	2
75	2	P2017080312	AL 042	<i>Athyrium accedens</i>	Woodsiaceae	Fn	3
76	2	P2017080313	AL 043	<i>Antrophyum semicostatum</i>	Pteridaceae	Fn	1
77	2	P2017080314	AL 044	<i>Asplenium adiantoides</i>	Aspleniaceae	Fn	1
78	2	P2017080315	AL 045	<i>Ardisia sp.</i>	Myrsinaceae	T	1
79	2	P2017080316	AL 046	<i>Hoya sp.</i>	Asclepiadaceae	Ep	1
80	2	P2017080317	AL 047	<i>Blumea balsamifera</i>	Asteraceae	Sh	4
81	2	P2017080318	AL 048	<i>Belvisia spicata</i>	Polypodiaceae	Fn	2
82	2	P2017080319	AL 049	<i>Eria sp.</i>	Orchidaceae	Ep	3
83	2	P2017080320	AL 050	<i>Flikingeria sp.</i>	Orchidaceae	Ep	3
84	2	P2017080321	AL 051	<i>Dendrobium sp.</i>	Orchidaceae	Ep	1
85	3	P2017080328	MAM 001	<i>Appendicula sp.</i>	Orchidaceae	Ep	4
86	3	P2017080329	MAM 002	-	Orchidaceae	Ep	3
87	3	P2017080330	MAM 003	<i>Rubus therpoides</i>	Rosaceae	Cl	3
88	3	P2017080331	MAM 004	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	Nephrolepidaceae	Fn.tr	3
89	3	P2017080332	MAM 005	<i>Piper sp.</i>	Piperaceae	Cl	3
90	3	P2017080333	MAM 006	-	Rubiaceae	W.Cl	3
91	3	P2017080334	MAM 007	<i>Freycenitia sp.</i>	Pandanaceae	Cl	3
92	3	P2017080335	MAM 008	<i>Elaeagnus sp.</i>	Elaeagnaceae	W.Cl	2
93	3	P2017080336	MAM 009	<i>Bulbophyllum sp.</i>	Orchidaceae	Ep	2
94	3	P2017080337	MAM 010	<i>Acalypha sp.</i>	Euphorbiaceae	T	3
95	3	P2017080338	MAM 011	<i>Schefflera sp.</i>	Araliaceae	T	3
96	3	P2017080339	MAM 012	<i>Pteris sp.</i>	Pteridaceae	Fn	3
97	3	P2017080340	MAM 013	<i>Psychotria sp.</i>	Rubiaceae	T	3
98	3	P2017080341	MAM 014	<i>Pinanga sp.</i>	Arecaceae	T	3
99	3	P2017080342	MAM 015	<i>Zingiber sp.</i>	Zingiberaceae	P.H	3
100	3	P2017080343	MAM 016	<i>Hoya sp.</i>	Asclepiadaceae	Cl/Ep	3
101	3	P2017080344	MAM 017	<i>Begonia sp.</i>	Begoniaceae	Herb	3
102	3	P2017080345	MAM 018	<i>Dischidia sp.</i>	Asclepiadaceae	Ep/cl	3
103	3	P2017080346	MAM 019	<i>Colocasia sp.</i>	Araceae	Herb	3
104	3	P2017080347	MAM 020	<i>Athyrium accedens</i>	Athyriaceae	Fn	5
105	4	P2017080348	ZND 01	<i>Eria sp.</i>	Orchidaceae	Ep	3
106	4	P2017080349	ZND 02	<i>Dendrobium sp.</i>	Orchidaceae	Ep	1
107	4	P2017080350	ZND 03	<i>Bulbophyllum sp.</i>	Orchidaceae	Ep	2
108	4	P2017080351	ZND 04	<i>Hoya sp.</i>	Asclepiadaceae	Ep	1
109	4	P2017080352	ZND 05	<i>Eria sp.</i>	Orchidaceae	Ep	1
110	4	P2017080353	ZND 06	<i>Vittaria sp.</i>	Vittariaceae	Fn	1
111	4	P2017080354	ZND 07	<i>Pleochnemia sp.</i>	Aspidiaceae	Fn	1

No	Grup	Nomor Akses	Kolektor	Nama Jenis Tumbuhan	Suku/Family	Habitus	Jml
112	4	P2017080355	ZND 08	<i>Breynia sp.</i>	Euphorbiaceae	T	3
113	4	P2017080356	ZND 09	<i>Piper sp.</i>	Piperaceae	Cl	5
114	4	P2017080357	ZND 10	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	T	3
115	4	P2017080358	ZND 11	-	Gendub 1	T	1
116	4	P2017080359	ZND 12	-	Araliaceae	T	3
117	4	P2017080360	ZND 13	-	Lauraceae	T	3
118	4	P2017080361	ZND 14	<i>Asplenium nidus</i>	Aspleniaceae	Fn	1
119	4	P2017080362	ZND 15	-	Gendub 1	T	2
120	4	P2017080363	ZND 16	-	Zingiberaceae	H	3
121	4	P2017080364	ZND 17	-	Zingiberaceae	H	1
122	4	P2017080365	ZND 18	<i>Blechnum sp.</i>	Blechnaceae	Fn	1
123	4	P2017080366	ZND 19	<i>Dendrobium sp.</i>	Orchidaceae	T	2
124	4	P2017080367	ZND 20	-	Arecaceae	T	3
125	4	P2017080368	ZND 21	<i>Curculigo orcioides</i>	Hipoxidaceae	Clump	2
126	4	P2017080369	ZND 22	<i>Colocasia sp</i>	Araceae	H	2
127	4	P2017080370	ZND 23	<i>Psychotria sp</i>	Rubiaceae	T	2
128	4	P2017080371	ZND 24	-	Gendub 2	H	4
129	4	P2017080372	ZND 25	<i>Trevesia sp</i>	Araliaceae	T	1
130	4	P2017080373	ZND 26	<i>Begonia sp</i>	Begoniaceae	H	2
131	4	P2017080374	ZND 27	<i>Dischidia sp</i>	Asclepiadaceae	Ep	1
132	5	P2017080375	Yc 01	<i>Eria sp.</i>	Orchidaceae	Ep.	1
133	5	P2017080376	Yc 02	<i>Cleisostoma sp.</i>	Orchidaceae	Ep.	2
134	5	P2017080377	Yc 03	<i>Eria moluccana</i>	Orchidaceae	Ep.	2
135	5	P2017080378	Yc 04	<i>Agrostophyllum sp.</i>	Orchidaceae	Ep.	3
136	5	P2017080379	Yc 05	<i>Eria latifolia</i>	Orchidaceae	Ep.	3
137	5	P2017080380	Yc 06	<i>Dendrochillum sp.</i>	Orchidaceae	Ep.	3
138	5	P2017080381	Yc 07	<i>Litocarpus sp.</i>	Fagaceae	T.	3
139	5	P2017080382	Yc 08	<i>Litsea sp.</i>	Lauraceae	T	5
140	5	P2017080383	Yc 09	-	Myrsinaceae	T	2
141	5	P2017080384	Yc 10	<i>Engelhardia spicat</i>	Juglandaceae	T	1
142	5	P2017080385	Yc 11	<i>Hoya sp.</i>	Apocynaceae	CL	3
143	5	P2017080386	Yc 12	<i>Asplenium sp.</i>	Aspleniaceae	Ep.	3
144	5	P2017080387	Yc 13	<i>Trevesia sp</i>	Araliaceae	P	3
145	5	P2017080388	Yc 14	<i>Ardisia sp.</i>	Myrsinaceae	t	1
146	5	P2017080389	Yc 15	<i>Curculigo sp.</i>	Hypoxidaceae	P	2
147	5	P2017080390	Yc16	<i>Impatiens sp.</i>	Balsaminaceae	P	3
148	5	P2017080391	Yc 17	<i>Hoya sp.</i>	Asclepiadaceae	CL	3
149	5	P2017080392	Yc 18	<i>Casuarina sp.</i>	Casuarinaceae	P	2
150	5	P2017080393	Yc 19	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	P	2
151	5	P2017080394	Yc 20	<i>Colocasia sp.</i>	Araceae	P	5
152	6	P2017080395	SAD.191	<i>Hoya sp.</i>	Asclepiadaceae	Cl.	1
153	6	P2017080396	SAD.192	<i>Vittaria linearifolia</i>	Vittariaceae	Ep.	1
154	6	P2017080397	SAD.193	<i>Boerlagiodendron sp.</i>	Araliaceae	S.	5
155	6	P2017080398	SAD.194	<i>Anthropium sp.</i>	Polypodiaceae	Ep.	4
156	6	P2017080399	SAD.195	<i>Microsorium sp.</i>	Polypodiaceae	Ep.	2
157	6	P2017080400	SAD.196	<i>Coelogyne sp.</i>	Orchidaceae	Ep.	2
158	6	P2017080401	SAD.197	<i>Eria sp.</i>	Orchidaceae	Ep.	1
159	6	P2017080402	SAD.198	<i>Schefflera sp.</i>	Araliaceae	T.	1
160	6	P2017080403	SAD.199	<i>Angiopteris evecta</i>	Angiopteridaceae	Tr.	4
161	6	P2017080404	SAD.200	<i>Cyathea sp.</i>	Cyatheaceae	Tr.	2
162	6	P2017080405	SAD.201	<i>Pinanga coronate</i>	Arecaceae	Tr.	4
163	6	P2017080406	SAD.202	<i>Chingia ferox</i>	Thelypteridaceae	Fr.	2
164	6	P2017080407	SAD.203	<i>Dendrobium linierum</i>	Orchidaceae	Tr.	1

No	Grup	Nomor Akses	Kolektor	Nama Jenis Tumbuhan	Suku/Family	Habitus	Jml
165	6	P2017080408	SAD.204	<i>Zingiber sp.</i>	Zingiberaceae	Cl.	3
166	6	P2017080409	SAD.205	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	T.	4
167	6	P2017080410	SAD.206	<i>Malaxis sp.</i>	Orchidaceae	Tr.	2
168	6	P2017080411	SAD.207	<i>Begonia sp.</i>	Begoniaceae	H.	11
169	6	P2017080412	SAD.208	<i>Ficus padana</i>	Moraceae	T.	3
170	6	P2017080413	SAD.209	<i>Begonia sp.</i>	Begoniaceae	H.	4
171	6	P2017080414	SAD.210	<i>Lithocarpus sp.</i>	Fagaceae	T.	1
172	6	P2017080415	SAD.211	<i>Bulbophyllum sp.</i>	Orchidaceae	Ep.	3
173	6	P2017080416	SAD.212	<i>Litsea sp.</i>	Lauraceae	T.	4
174	6	P2017080417	SAD.213	<i>Ceratostylis sp.</i>	Orchidaceae	Ep.	1
175	6	P2017080418	SAD.214	<i>Appendicula elegans</i>	Orchidaceae	Ep.	1
176	6	P2017080419	SAD.215	<i>Eria pilifera Ridl.</i>	Orchidaceae	Ep.	1
177	6	P2017080420	SAD.216	<i>Aeschynanthus sp.</i>	Gesneriaceae	Ep.	1
178	6	P2017080421	SAD.217	<i>Polycias sp.</i>	Araliaceae	T.	3
179	6	P2017080422	SAD.218	<i>Loxogramma sp.</i>	Polypodiaceae	Ep.	1

Keterangan :

<i>T</i>	= Pohon (Tree)	<i>P</i>	= Lebih dari satu tahun
<i>Sh</i>	= Semak (Shrub)	<i>Aq.</i>	= Tanaman air (Aquatic)
<i>Cl</i>	= Merambat (Climber)	<i>Ep.</i>	= Epifit
<i>W.Cl.</i>	= Merambat (Woody Climber)	<i>Tr.</i>	= Terrestrial
<i>A</i>	= Semusim (Annual)	<i>Sr.</i>	= Saprofit

Dari Tabel 1 diatas, 179 nomor dapat diringkas dengan jumlah total material tumbuhan adalah 441 spesimen yang terbagi dalam 6 grup, yang masing-masing berjumlah: 39; 45; 20; 27; 20 dan 28 nomor jenis, atau lebih ringkas dapat dilihat pada tabel 2. Apabila ditelusuri jumlah suku yang ditemukan terdapat 30 suku, antara lain: Acanthaceae, Adiantaceae, Angiopteridaceae, Annonaceae, Apiaceae, Apocynaceae, Araceae, Araliaceae, Arecaceae, Asclepiadaceae, Aspidiaceae, Aspleniaceae, Asteraceae, Athyriaceae, Balsaminaceae, Begoniaceae, Blechnaceae, Casuarinaceae, Cucurbitaceae, Cyatheaceae, Elaeagnaceae, Euphorbiaceae, Fagaceae, Gesneriaceae, Hipoxidaceae, Juglandaceae, Lauraceae, Moraceae, Myrsinaceae, Nephrolepidaceae, dan Orchidaceae.

Tabel 2. Jumlah Material Hasil Eksplorasi Tahura R Soerjo Cangar tahun 2017.

Grup	Nomor Akses	Nomor Kolektor	Jumlah Material
Grup 1	P2017080238 - P2017080276	Yp 01 – Yp 39	39 Nomor, 98 spesimen
Grup 2	P2017080277 - P2017080321	AL 007 - AL 051	45 Nomor, 102 spesimen
Grup 3	P2017080328 - P2017080347	MAM 001 - MAM 020	20 Nomor, 61 spesimen
Grup 4	P2017080348 - P2017080374	ZND 01 - ZND 27	27 Nomor, 55 spesimen
Grup 5	P2017080375 - P2017080394	Yc 01 - Yc 20	20 Nomor, 52 spesimen
Grup 6	P2017080395 - P2017080422	SAD.191 - SAD.218	28 Nomor, 73 spesimen
Total			179 Nomor, 441 spesimen

Hasil Inventarasi Hutan Tahura R. Soerjo (2005)

Apabila data hasil eksplorasi flora KRP di Tahura R. Soerjo tahun 2017, dibandingkan dengan data hasil inventarisasi hutan di kawasan Tahura R. Soerjo tahun 2005, sekitar 160 tumbuhan yang terbagi dalam pohon, tiang, pancang dan semai atau groundcover, dapat dilihat pada Tabel 3 (Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur, 2005).

Tabel 3. Daftar Tumbuhan Hasil Inventarisasi Hutan Tahura R. Soerjo Cagar tahun 2005.

No	Nama Tumbuhan	Pohon	Tiang	Pancang	Semai
1	<i>Achmena acumenatisima</i>			√	
2	Ademati		√	√	√
3	<i>Aelophilus cable</i>		√		
4	Amperisi		√		
5	Anggrung	√	√	√	
6	<i>Araucaria cunninghamii</i>	√	√	√	
7	<i>Ardisia sp.</i>			√	√
8	Aren		√		
9	Berimbi			√	
10	Beringin	√			
11	Bima				√
12	<i>Bludeja asiantico</i>			√	
13	Boto	√			
14	Brunyul			√	
15	Bulu	√			
16	<i>Calophyllum sp.</i>				√
17	<i>Canthium glabrum</i>			√	
18	Cemara	√	√		
19	Cemara gunung	√	√	√	√
20	Cemberit	√	√	√	√
21	<i>Croton sp.</i>		√	√	
22	Dadap	√		√	
23	Damar		√		
24	Dampul	√	√	√	√
25	Dedel	√	√	√	√
26	Dempul lelet	√			
27	Dukut		√	√	√
28	Dumpu			√	
29	Durenan	√	√	√	√
30	<i>Elaeagnus latifolia</i>				√
31	Endong-endongan	√	√	√	√
32	<i>Eupatorium odoratum</i>			√	
33	Epek	√			
34	Epek	√			√
35	<i>Ficus sp.</i>			√	
36	Gagar	√	√		
37	Gampur				√
38	Gedrek			√	
39	Gempur	√	√		
40	Gendis	√	√	√	√
41	Gendis luluhan		√		
42	Genitri		√	√	
43	Gintungan	√	√	√	
44	Girang			√	

No	Nama Tumbuhan	Pohon	Tiang	Pancang	Semai
45	<i>Glocidion obscurum</i>				√
46	Gondang	√			
47	<i>Helicia serata</i>				√
48	Imer			√	
49	Irene			√	
50	Irengan	√	√	√	√
51	Jaluan			√	√
52	Jambu hutan	√	√		
53	Jambulir	√	√	√	√
54	Jaranan	√	√		
55	Jasan	√	√		
56	Jempaan			√	
57	Jemparang		√		
58	Jempirit		√	√	√
59	Jemprit		√		
60	Jengkong			√	
61	Jonggrang	√	√		
62	Kaliandra		√	√	
63	Kapang	√	√		√
64	Kapasan	√	√	√	√
65	Kapong			√	
66	Katesan			√	√
67	Kayu legi			√	
68	Kebek	√	√	√	√
69	Kecubung gunung			√	
70	Kedutan	√			
71	Kemado	√	√	√	
72	Kemaduh		√	√	√
73	Kemlandingan		√	√	√
74	Kenangan	√			
75	Kepel	√			√
76	Kesek	√	√	√	√
77	Kina	√	√	√	√
78	Kletek		√		
79	Kotot	√			
80	Kudon	√		√	√
81	Kukrup	√	√	√	√
82	Kunyit		√	√	
83	Kutut				√
84	Lamer	√	√	√	√
85	Leces			√	
86	Lecis		√		
87	Lembayungan	√	√	√	√
88	<i>Lupinus sp.</i>	√	√		
89	Luwingan		√		
90	Madung	√			
91	<i>Maesopsis emini</i>	√			
92	Mangar	√			√
93	Manis rejo	√	√	√	√
94	Manting	√			
95	<i>Medinella sp.</i>			√	
96	Mencokan			√	
97	Meniran		√		

No	Nama Tumbuhan	Pohon	Tiang	Pancang	Semai
98	Menjing	√	√		
99	<i>Musaenda frondosa</i>			√	√
100	<i>Myrsine sp.</i>				√
101	Nangka	√			
102	Nangkan	√			
103	<i>Nauclea sp.</i>		√	√	
104	Nyampo	√	√	√	√
105	Nyampo Awu		√		
106	Nyampo kreseng	√			
107	<i>Oxsoxylum sp.</i>	√			
108	Pakis tiang		√	√	
109	Pancal kidang		√		
110	Pasang	√	√	√	√
111	Pasang Manak/ kresik	√			
112	Pasang siwil			√	
113	Perlasan		√	√	√
114	Piji			√	
115	<i>Pilea sp.</i>		√	√	
116	<i>Pittosporum sp.</i>			√	
117	Poh ketek	√	√	√	√
118	<i>Prunus celvis</i>				√
119	<i>Prunus sp.</i>		√		
120	Puspa			√	√
121	Putihan	√	√	√	√
122	Rambutan			√	
123	Rekisi		√		
124	Rempelas	√			
125	Rengganis		√	√	
126	Salam		√	√	√
127	Sambung	√			
128	Sampang	√	√		
129	Sangkal bakung	√			
130	Santenan	√	√	√	
131	Sapan	√	√	√	
132	Sembung	√		√	
133	Semutan			√	
134	Senggani		√	√	√
135	Sintok			√	
136	Siwalan	√			
137	Suren	√			
138	Talok			√	
139	Tanganan	√	√	√	√
140	<i>Threvesia sundaicus</i>			√	
141	Tinggalan		√		
142	Tinggi	√	√	√	√
143	Trembesi				√
144	Trempos			√	
145	Treteh	√	√	√	√
146	<i>Turpinia montana</i>		√	√	
147	Tutup	√	√	√	√
148	Tutup Goprak	√	√		
149	Tutup aren		√		
150	Tutup belu	√	√		

No	Nama Tumbuhan	Pohon	Tiang	Pancang	Semai
151	Tutup besi	√	√	√	
152	Tutup emprit		√		
153	Tutup ijo	√			
154	Tutup lumbu	√	√	√	
155	Tutup putih	√			
156	Udon	√			√
157	<i>Uvasi sp.</i>			√	
158	Wadang		√	√	
159	Yeyet			√	
160	Cempoko gondok			√	√

Dalam tabel 3 di atas, meskipun terdapat 160 tumbuhan, namun sebagian besar masih menggunakan nama lokal, hanya sekitar 26 jenis yang menggunakan nama ilmiah. Sehingga dimungkinkan ada jenis yang sama nama lokalnya padahal berbeda atau sebaliknya memiliki nama lokal yang berbeda tapi sebenarnya satu jenis. Secara komposisi vegetasi di kawasan tersusun menyebar pada semua tingkatan vegetasi, dari pohon, tiang, pancang sampai semai atau groundcover. Berdasarkan tabel 3 diketahui bahwa tingkat keanekaragaman pada kawasan Tahura secara keseluruhan tergolong tinggi, yang mengindikasikan kondisi ekosistem hutan pada lokasi tersebut relatif stabil. Persentase tumbuhan jenis pohon 48,125%, tiang 51,25%, pancang 56,875%, dan semai 34,375%.

Jenis tumbuhan penutup tanah juga cukup banyak ditemukan di Tahura R. Soerjo, hal ini menunjukkan bahwa Tahura R. Soerjo cukup heterogen. Perbedaan kondisi lingkungan juga dapat menyebabkan perbedaan pada jumlah spesies tumbuhan yang tumbuh pada kawasan tersebut, misalnya dalam perolehan sinar matahari sehingga mengakibatkan spesies tumbuhan yang ada saling bersaing untuk memperoleh sinar matahari. Faktor yang mempengaruhi jumlah spesies penutup tanah disebabkan karena persaingan yang tinggi dengan pepohonan yang lebih besar. Sehingga perbedaan antara habitus pohon dan groundcover adalah dapat dilihat dari dua faktor lingkungan yaitu faktor biotik dan abiotik lingkungan tempat organisme tersebut tumbuh atau karena habitat yang berbeda. Tumbuhan memerlukan kondisi untuk dapat berkembang dengan baik.

Ditinjau dari aspek jumlah pada suatu komunitas tumbuhan dapat dikatakan bahwa semakin tinggi suatu tempat maka semakin sedikit pula tumbuhan yang tumbuh. Menurut Syafei (1990), bahwa semakin tinggi suatu tempat biasanya berasosiasi dengan peningkatan keterbukaan, kecepatan angin, kelembaban udara dan penurunan suhu sehingga mengakibatkan suatu komunitas yang tumbuh semakin homogen. Adanya spesies yang mendominasi ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah persaingan antara tumbuhan yang ada, dalam hal ini berkaitan dengan iklim dan mineral yang diperlukan, jika iklim dan mineral yang dibutuhkan mendukung maka spesies tersebut akan lebih unggul dan lebih banyak ditemukan (Syafei, 1990).

Persaingan antar spesies yang lain akan meningkatkan daya juang untuk mempertahankan hidup, spesies yang kuat akan menang dan menekan yang lain sehingga spesies yang kalah menjadi kurang adaptif dan menyebabkan tingkat reproduksi rendah dan kedapatannya juga sedikit (Syamsuri, 1997). Setiap jenis tumbuhan mempunyai suatu kondisi minimum, maksimum dan optimum terhadap faktor lingkungan yang ada. Spesies yang mendominasi berarti memiliki batasan kisaran yang lebih luas jika dibandingkan dengan jenis

yang lainnya terhadap faktor lingkungan, sehingga kisaran toleransi yang luas pada faktor lingkungan menyebabkan jenis ini akan memiliki sebaran yang luas (Syafei, 1990).

Persebaran spesies tumbuhan groundcover memiliki pola penyebaran merata dan sebagian mengelompok. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak ada persaingan kuat antara individu dalam populasi tersebut. Odum (1998), menyatakan bahwa penyebaran spesies merupakan hasil atau akibat dari berbagai sebab, yaitu akibat dari pengumpulan individu-individu dalam suatu tempat yang dapat meningkatkan persaingan diantara individu yang ada untuk mendapatkan nutrisi dan ruang, akibat dari reaksi individu dalam menanggapi perubahan cuaca harian dan musiman, dan akibat dari menanggapi perbedaan habitat setempat. Ewusie (1990), menjelaskan bahwa pengelompokan yang terjadi pada suatu komunitas dapat diakibatkan karena nilai ketahanan hidup kelompok terhadap berbagai kondisi. Tahura R. Soerjo merupakan taman hutan yang tergolong alami dan memiliki kompleksitas yang tinggi sehingga menyebabkan interaksi yang tinggi.

SIMPULAN

Data keragaman vegetasi pada blok pemanfaatan Taman Hutan Raya (Tahura) R. Soerjo yaitu 160 jenis dari data hasil inventarisasi tahun 2005 terdiri atas 77 pohon, 82 tiang, 91 pancang, dan 55 semai dikomparasikan dengan data hasil penelitian eksplorasi flora KRP di Tahura R. Soerjo tahun 2017 sejumlah 179 nomor jenis yang terdiri atas 441 spesimen termasuk dalam 30 suku terbagi dalam 6 kelompok dengan kisaran jumlah nomor jenis secara berurutan yaitu 39 : 45 : 20 : 27 : 20 : 28.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi – LIPI atas saran, bimbingan dan pemberian ijin mengunaan datanya, serta atas bagian dari kerjasama antara CSR PT. Gudang Garam Tbk dengan UPT. Balai Taman Hutan Rakyat Raden Soerjo – Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur.

DAFTAR RUJUKAN

- Asikin, D. Dan Soejono, 2006, Peranan Kebun Raya Purwodadi dalam Konservasi dan Pendayagunaan Keanekaragaman Tumbuhan Daerah Kering. Prosiding Seminar Konservasi dan Pendayagunaan Keanekaragaman Tumbuhan Daerah Kering II. Pasuruan.
- Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur. 2005. *Laporan Inventarisasi Sumber Daya Hutan Tahura R. Soerjo*. Surabaya.
- Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur. 2018. *Profil Taman Hutan Raya (TAHURA) Raden Soerjo*. Surabaya.
- Erwin., Bintoro, Afif., dan Rusita. 2017. Keragaman Vegetasi di Blok Pemanfaatan Hutan Pendidikan Konservasi Terpadu (HPKT) Tahura Wan Abdul Rachman , Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*. Vol: 5 (3). 2p.
- Ewusie, J. Y. 1990. *Ekologi Tropika*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Irawanto, R., 2011, Koleksi Biji dan Herbarium Areaceae di Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Green Technology 2. Malang: UIN Malang.
- Latifah, Siti. 2005. Analisis Vegetasi Hutan Alam. *e-USU Repository*. Medan: Universitas Sumatra Utara.

- Lestari, W., D. Narko dan A. Suprpto. (2012). *An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in Purwodadi Botanic Garden*. Pasuruan: Kebun Raya Purwodadi – LIPI.
- Maisyaroh, W. 2010. Struktur Komunitas Tumbuhan di Taman Hutan Raya R. Soerjo Cangar, Malang. *Jurnal Alam Lestari*. Vol:1 (1). 9 p.
- Narimawati, U. 2008. *Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif, Teori dan Aplikatif*. Bandung: Buku Agung Media. 188 p.
- Odum, P. E. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Perpres / Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 93 Tahun 2011 tentang Kebun Raya.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif*. Bandung: Buku Alfabeta. 280 p.
- Suhendang, E.. 2013. *Pengantar Ilmu Kehutanan*. Bogor: Buku IPB Press. 135 p.
- Syafei, E.S. 1990. *Pengantar Ekologi Tumbuhan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Syamsuri, I.W.R. 1997. *Lingkungan Hidup Kita*. Malang: PKPKLH IKIP Malang.
- Yuzammi, Sutrisno, dan Sugiarti, 2006. *Manual Pembangunan Kebun Raya*. Bogor: Kebun Raya Bogor – LIPI.

TINGKAT KERUSAKAN AKIBAT HAMA TUNGAU (*Polyphagotarsonemus latus banks*) PADA BERBAGAI GENOTIP JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* Linn.)

Maftuchah, Agus Zainudin, Ahmad Fachrie

Universitas Muhammadiyah Malang

Email : maftuchah_umm@yahoo.com / maftuchah@umm.ac.id

Abstrak

Jatropha curcas Linn. merupakan tanaman semak berkayu yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bioenergi, namun dalam budidaya skala luas seringkali terserang hama dan penyakit yang mengakibatkan penurunan tingkat produksi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang tingkat kerusakan dan ketahanan akibat serangan hama tungau (*polyphagotarsonemus latus banks*) terhadap berbagai genotip tanaman *J.curcas* Linn. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak 4 ulangan, dengan perlakuan 6 genotip jarak pagar yaitu : G5, G6, G7, G18, IP3A dan IP3P. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genotip jarak pagar memiliki ketahanan yang berbeda-beda terhadap hama tungau, ditunjukkan oleh perbedaan jumlah populasi hama tungau yang menyerang. Genotip 5 menunjukkan populasi imago tungau paling rendah dan pada akhir pengamatan genotip 5 tersebut menghasilkan jumlah buah, jumlah biji dan berat kering biji yang paling tinggi, yaitu sejumlah 3825,6 gram/tanaman.

Kata Kunci

Jatropha curcas,
genotipe, imago,
Polyphagotarsonemus
latus.

PENDAHULUAN

Jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) merupakan tanaman semak berkayu yang banyak ditemukan di daerah tropik. Tanaman ini dikenal toleran terhadap kekeringan dan mudah diperbanyak dengan stek. Saat ini jarak pagar makin mendapat perhatian sebagai sumber bahan bakar hayati untuk mesin diesel karena kandungan minyak pada bijinya. Tanaman jarak pagar mengandung racun, namun pada kenyataannya dalam budidaya skala luas seringkali terserang beberapa hama dan penyakit yang secara tidak langsung menyebabkan penurunan produksi tanaman. Berdasarkan pengamatan di kebun induk jarak pagar dan beberapa daerah penanaman jarak pagar, hama yang banyak ditemukan adalah kelompok moluska, belalang, trips, kutu bertepung putih, uret, rayap, tungau dan kepik lembing (Karmawati dan Rumini, 2006). Adanya hama tersebut pada tanaman ditentukan oleh fenologi tanaman dan keadaan iklim (Fung *et al.*, 2001) saat itu. Sebagai contoh moluska dan belalang menyerang pembibitan di musim hujan karena memerlukan kelembaban yang tinggi, sedangkan hama trips dan tungau lebih menyukai musim kemarau (Asbani, 2008).

Serangan hama tungau pada tanaman jarak pagar berpotensi menurunkan produktivitas tanaman hingga 50-75% (Singh *et al.*, 2006). Serangan hama tungau yang lebih

parah mengakibatkan warna daun menguning, layu dan akhirnya gugur. Serangan tungau yang disertai dengan kekeringan, akan menyebabkan tanaman jarak pagar mengalami kerusakan total dan kehilangan seluruh daunnya karena gugur. Selain itu kerusakan akibat serangan hama tungau dapat lebih parah, sebab dapat menularkan penyakit virus daun. Hal ini disebabkan beberapa spesies tungau tertentu juga berperan sebagai vektor virus. Hingga saat ini, teknik pengendalian hama tungau yang efektif belum ditemukan. Sehingga diperlukan adanya tindakan pengendalian yang serius terhadap serangan hama. Disamping itu, dalam jangka panjang juga sangat penting untuk dilakukan seleksi varietas jarak pagar yang toleran terhadap hama tungau.

Tim peneliti telah menghasilkan beberapa hasil persilangan potensial untuk ketahanan terhadap kekeringan (Maftuchah *et.al.*, 2015). Akan tetapi masih perlu diuji toleransinya terhadap hama penyakit dominan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang tingkat kerusakan dan ketahanan berbagai genotip tanaman jarak pagar akibat hama tungau (*Polyphagotarsonemus latus banks*).

METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Desa Kedung Pengaron kecamatan Kejayan - kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, dengan menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) dengan 4 ulangan. Perlakuan yang diujikan meliputi 4 genotip jarak pagar hasil persilangan yaitu genotip G5, G6, G7, G18 dan 2 genotip pembanding yaitu IP3A dan IP3P dengan umur tanaman 60 bulan (Maftuchah *et al.*, 2013). Setiap genotip di setiap kelompok menggunakan 6 tanaman dan diulang 4 kali sehingga jumlah tanaman yang digunakan adalah sebanyak 144 tanaman untuk parameter serangan hama tungau dan sebanyak 480 tanaman untuk parameter produksi.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu genotip jarak pagar hasil persilangan yang terdiri atas populasi genotip 5, populasi genotip 6, populasi genotip 7, populasi genotip 18, serta 2 genotip pembanding yaitu populasi IP3A dan IP3P, daun jarak pagar, pupuk organik, media tanam dan pupuk an-organik (Urea 80 g + 40 g phonska). Parameter hama tungau yang diamati mencakup jumlah telur (butir/tanaman), populasi nimfa (ekor/tanaman) dan populasi imago (ekor/tanaman). Variabel pengamatan populasi hama tungau ini dilakukan selama 2 bulan dengan interval waktu seminggu sekali. Pengamatan terhadap tanaman dilakukan pada jumlah buah/tanaman, jumlah biji/tanaman serta berat kering biji/tanaman. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan uji F dan untuk data yang menunjukkan pengaruh nyata diuji lebih lanjut dengan menggunakan uji Duncan pada taraf $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan populasi hama menunjukkan masing-masing genotip tanaman jarak pagar yang diujikan mempunyai potensi ketahanan yang berbeda-beda terhadap serangan hama tungau. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 1 tentang rata-rata jumlah populasi telur, nimfa dan imago *Polyphagotarsonemus latus banks* setiap minggunya. Hasil Uji Duncan 5%. menunjukkan bahwa populasi jumlah populasi tungau mulai fase telur, nimfa, dan imago tidak berbeda nyata (Tabel 1). Genotip jarak pagar yang ditanam memiliki daya ketahanan yang berbeda-beda sehingga jumlah populasi hama tungau yang menyerang sesuai dengan tingkat kesukaan hama terhadap genotip tanaman tersebut. Hama tungau memiliki

aneka ragam populasi, baik pada fase telur, nimfa maupun imago (Rumini, 2007) sehingga jumlah dari populasi hama tungau sesuai dengan siklus hidupnya.

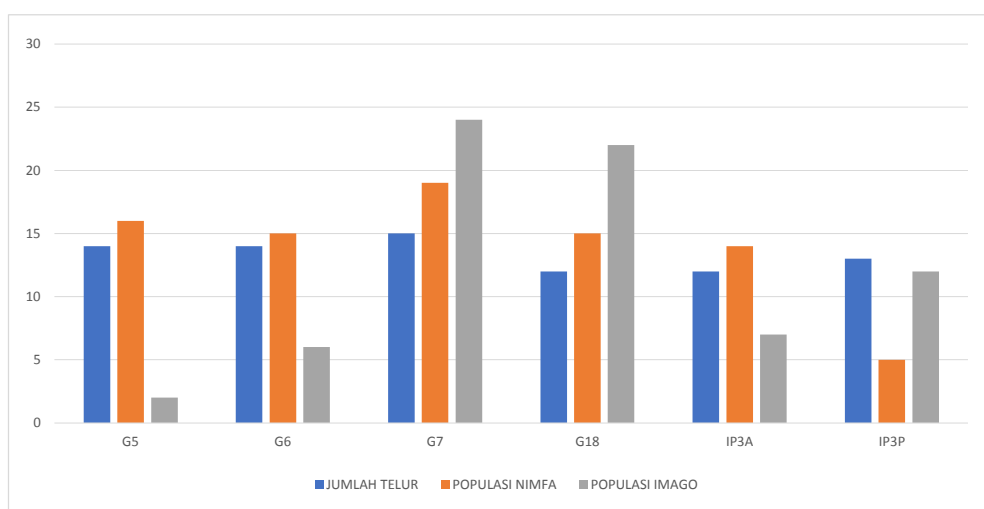
Tabel 1. Rerata Jumlah Populasi Telur, Nimfa, dan Imago *Polyphagotarsonemus latus banks* pada Beberapa Genotip Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.) Umur 1825-1874 HST

Pengamatan	Genotip	Pengamatan Umur Ke-							
		1825 HST	1832 HST	1839 HST	1846 HST	1853 HST	1860 HST	1867 HST	1874 HST
Jumlah Telur	G5	32.77 a	22.583 a	14.233 a	10.593 a	6.475 a	4.860 a	2.823 a	1.421 a
	G6	25.48 a	17.520 a	13.145 a	8.875 a	6.418 a	4.583 a	3.043 a	1.952 a
	G7	30.57 a	20.510 a	15.875 a	11.868 a	8.375 a	5.565 a	3.032 a	1.600 a
	G18	29.99 a	18.450 a	12.810 a	9.600 a	6.658 a	4.000 a	2.325 a	1.247 a
	IP3A	25.17 a	16.135 a	11.993 a	8.330 a	5.558 a	3.855 a	2.607 a	1.325 a
	IP3P	24.48 a	16.863 a	12.008 a	9.020 a	6.095 a	4.455 a	2.632 a	1.455 a
Populasi Nimfa	G5	25.818 a	17.968 a	10.968 a	7.675 a	4.793 a	3.3525 a	1.782 a	1.042 a
	G6	19.938 a	13.333 a	10.125 a	6.813 a	4.813 a	3.2075 a	2.167 a	1.332 a
	G7	23.186 a	16.325 a	12.558 a	9.675 a	6.958 a	4.4500 a	2.490 a	1.717 a
	G18	23.350 a	15.158 a	10.533 a	7.428 a	5.035 a	3.3150 a	1.767 a	1.042 a
	IP3A	20.830 a	13.368 a	9.840 a	6.575 a	4.553 a	2.9250 a	2.167 a	1.142 a
	IP3P	20.538 a	13.175 a	9.433 a	6.680 a	4.868 a	3.2875 a	2.080 a	1.237 a
Populasi Imago	G5	21.553 a	15.926 a	9.433 a	6.883 a	4.067 a	2.992 a	1.650 a	1.000 a
	G6	17.022 a	11.688 a	8.293 a	5.375 a	3.750 a	2.186 a	1.730 a	1.105 a
	G7	21.440 a	14.543 a	11.015 a	8.533 a	6.150 a	4.100 a	2.257 a	1.392 a
	G18	21.893 a	14.050 a	10.175 a	7.400 a	5.515 a	3.982 a	2.357 a	1.167 a
	IP3A	20.151 a	12.562 a	9.180 a	7.050 a	4.740 a	3.632 a	2.563 a	1.643 a
	IP3P	19.602 a	11.703 a	9.302 a	7.160 a	5.150 a	4.126 a	2.533 a	1.214 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata menurut uji Duncant 5%. HST = Hari Setelah Tanam

Diagram batang jumlah telur, populasi nimfa, dan populasi imago *Polyphagotarsonemus latus Banks* pada beberapa genotip tanaman *Jatropha curcas* Linn ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 variabel pengamatan jumlah telur, populasi nimfa, dan populasi imago menunjukkan bahwa genotip 7 menunjukkan tingkat serangan yang paling tinggi, sedangkan tingkat serangan imago yang paling rendah adalah pada genotip 5.

Jumlah fase hama tungau yang paling banyak dijumpai di lapang adalah pada fase telur, karena fase ini sebagai awal proses berkembangnya suatu hama. Jumlah populasi telur, nimfa, dan imago di setiap pengamatan mengalami penurunan, hal ini dikarenakan faktor lingkungan dan musim yang tidak sesuai dengan waktu penelitian. Hama tungau akan menyerang tanaman jarak pagar sejak awal musim hujan dan akan meningkat pada musim kemarau (Taufan dan Taufiq, 2007). Dari jumlah telur, nimfa, dan imago pada pengamatan setiap minggunya menunjukkan bahwa genotip G5, G6 dan IP3A paling sedikit populasinya, sehingga genotip tersebut dikatakan genotip yang lebih tahan serangan hama tungau dibandingkan dengan genotip lainnya.



Gambar 1. Diagram batang jumlah telur, populasi nimfa, dan populasi imago *Polyphagotarsonemus latus banks* pada beberapa genotip tanaman Jarak pagar (*Jatropha curcas L.*)

Beberapa faktor yang mengakibatkan tanaman toleran terhadap serangan hama adalah kekuatan tanaman secara umum, pertumbuhan kembali jaringan tanaman yang rusak akibat hama, ketegaran batang dan ketahanan terhadap rebah, kemampuan produksi cabang-cabang tambahan, pemanfaatan lebih efisien oleh serangga dan kompensasi lateral oleh tanaman sekitarnya.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi pengaruh nyata terhadap rata-rata jumlah tandan buah, jumlah buah/tanaman, jumlah biji/tanaman, berat kering biji/tanaman pada beberapa genotip tanaman jarak pagar. Sedangkan pada berat kering 100 biji tidak menunjukkan adanya perbedaan pada berbagai genotip yang diuji. Rata-rata jumlah tandan buah, jumlah buah/tanaman, jumlah biji/tanaman, berat kering biji/tanaman dan berat 100 biji pada beberapa genotip tanaman jarak pagar ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil penelitian, karakter produksi tanaman jarak pagar menunjukkan bahwa jumlah tandan buah/tanaman, jumlah buah/tanaman, jumlah biji/tanaman dan berat kering biji/tanaman yang tertinggi dicapai pada Genotip 5. Selanjutnya tingkatan hasil produksi yang tertinggi berikutnya diikuti oleh Genotip jarak pagar G 18 (Tabel 2). Genotip 5 mampu menghasilkan tandan buah sebanyak 264,25 tandan buah/tanaman, dengan total jumlah buah 1888,0 buah/tanaman. Pada pengamatan berat kering biji/tanaman, genotip 5 menghasilkan total 3825,6 gram biji kering/tanaman. Sedangkan pada hasil pengamatan berat 100 biji, hasil analisis menunjukkan tidak berbeda nyata pada semua genotip tanaman jarak pagar yang diujikan.

Tabel 2. Keragaan Rata-rata Jumlah Tandan Buah, Jumlah Buah/tanaman, Jumlah Biji/tanaman, Berat Kering Biji/tanaman dan Berat 100 Biji pada Beberapa Genotip Tanaman Jarak Pagar.

Geno	Total Variabel Pengamatan
------	---------------------------

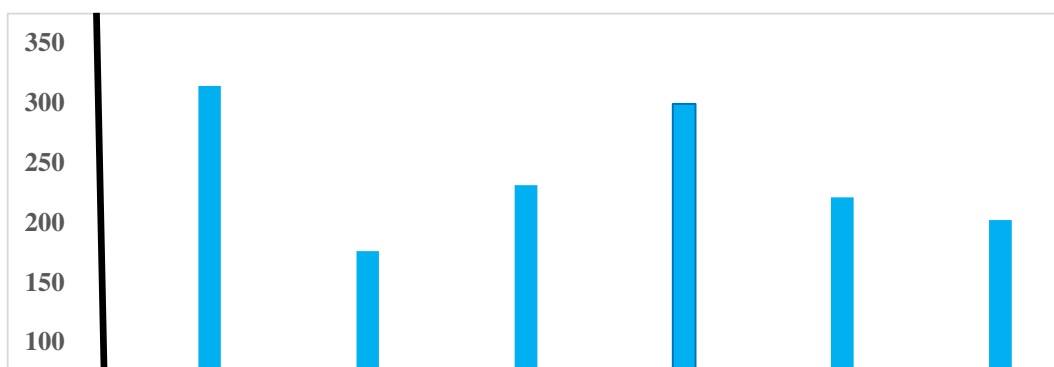
tip	Jumlah Tandan Buah (buah)	Jumah Buah (buah)	Jumlah Biji (buah)	Berat Kering Biji (g)	Berat 100 Biji (g)
G5	264.25 a	1888.0 a	5379.3 a	3825.6 a	73.750 a
G6	146.25 c	1057.8 c	3056.3 c	2067.5 c	70.000 a
G7	183.50 cb	1386.3 bc	3982.5 bc	2437.1 bc	73.750 a
G18	230.50 ab	1794.3 ab	5144.8 ab	3224.8 ab	71.250 a
IP3A	164.00 c	1326.0 c	371832.0 c	2418.3 bc	68.750 a
IP3P	154.25 c	1213.5 c	3453.0 c	2130.8 c	66.250 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata menurut uji Duncant 5%.

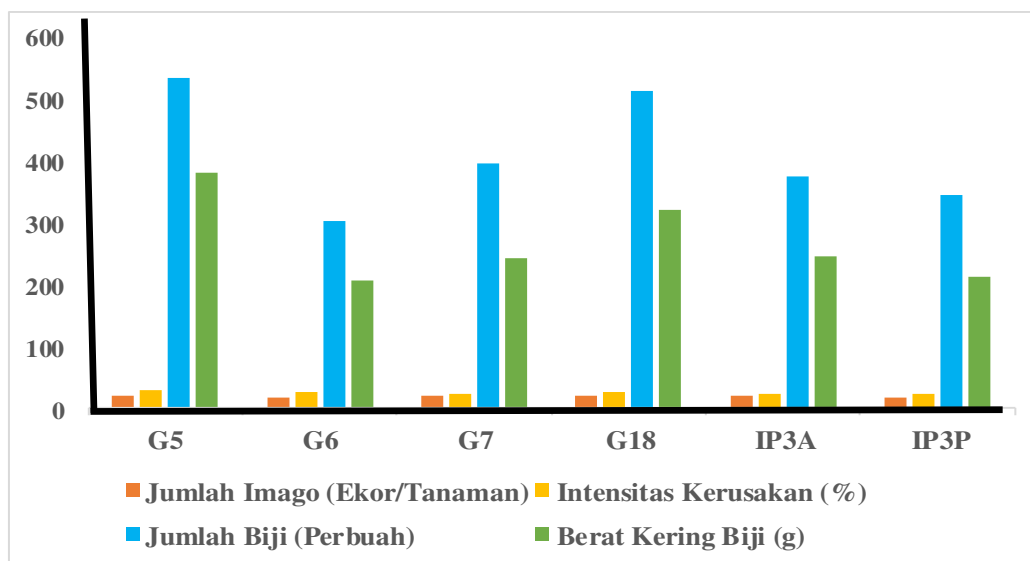
Genotip 5 adalah genotip yang cukup produktif jika dibandingkan dengan genotip lainnya, karena berdasarkan hasil jumlah populasi hama tungau, baik dari jumlah populasi telur dan nimfa, genotip 5 memiliki jumlah serangan yang tinggi. Namun pada fase Imago, serangan terhadap genotip 5 paling rendah dibandingkan genotip-genotip yang diuji lainnya. Genotip 5 memiliki daya tahan terhadap serangan hama tungau dan memiliki tingkat produksi tanaman yang lebih banyak dibandingkan beberapa genotip lainnya.

Diagram batang rata-rata variabel pengamatan jumlah imago, intensitas kerusakan, jumlah tandan buah, dan jumlah buah/tanaman ditunjukkan pada Gambar 2. menunjukkan jumlah imago dan intensitas kerusakan yang paling rendah adalah pada genotip 6 dan 7, akan tetapi jumlah tandan buah/tanaman dan jumlah buah/tanaman yang paling tinggi dicapai oleh genotip 5 dan diikuti oleh genotip 18 (Gambar 2).

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap populasi imago, intensitas kerusakan daun, jumlah tandan buah, dan jumlah buah menunjukkan bahwa tanaman jarak pagar genotip 5 memiliki daya tahan paling baik terhadap serangan hama tungau, ditinjau dari hasil pengamatan jumlah imago yang menyerang tanaman, intensitas kerusakan daun, serta kuantitas produksi yang dihasilkan oleh tanaman jarak pagar genotip 5 tersebut (Gambar 2). Disamping itu, data pada Gambar 3 juga menunjukkan bahwa variabel jumlah biji/tanaman dan berat kering biji per tanaman pada genotip 5 menunjukkan hasil yang paling tinggi dibandingkan kelima genotip jarak pagar lainnya (Gambar 3).



Gambar 2. Grafik jumlah imago, intensitas kerusakan akibat *Polyphagotarsonemus latus banks*, jumlah tandan buah, dan jumlah buah pada beberapa genotip tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.).



Gambar 3. Diagram Batang jumlah imago, intensitas kerusakan daun akibat *Polyphagotarsonemus latus banks*, jumlah biji/tanaman, dan berat kering biji/tanaman pada beberapa genotip tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.)

Secara keseluruhan dari hasil kegiatan penelitian ini menunjukkan bahwa genotip 5 memiliki daya tahan terhadap hama tungau lebih baik jika dibandingkan dengan kelima genotip lainnya, seperti genotip 6,7, 18, IP3A, dan IP3P. Hal di atas dapat dikaitkan dengan kriteria ketahanan pada tanaman bahwa jika nilai serangan dari hama tungau rendah dan nilai produksinya tinggi dapat dikatakan sebagai tanaman yang relatif tahan, begitupun sebaliknya bahwa jika nilai serangan lebih tinggi

sedangkan nilai produksi rendah maka dikatakan sebagai tanaman yang tidak tahan atau rentan. Namun, jika ditinjau dari hasil penelitian yang menerangkan bahwa nilai serangan tinggi dan nilai produksipun tinggi, sehingga genotip tersebut dikatakan sebagai genotip yang tahan terhadap serangan hama tungau (Indiati, 2012).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa genotip jarak pagar memiliki ketahanan yang berbeda-beda terhadap hama tungau (*Polyphagotarsonemus latus* Banks), ditunjukkan oleh perbedaan jumlah populasi hama tungau yang menyerang. Genotip 5 menunjukkan populasi imago tungau paling rendah dan pada akhir pengamatan genotip 5 tersebut menghasilkan jumlah buah, jumlah biji dan berat kering biji yang paling tinggi, yaitu berat kering biji sebanyak 3825,6 gram/tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dirjen Dikti, Kemenristek-Dikti yang telah memberikan dana pelaksanaan penelitian melalui Program Hibah Kompetensi 2016. Terima kasih pada seluruh staf dan pimpinan Laboratorium Hama Balai Penelitian Tanaman Tembakau, Serat, Minyak Nabati dan Pemanis Buatan – Karangploso Malang, atas dukungan fasilitas peralatan di laboratorium entomologi yang dipergunakan dalam kegiatan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Asbani, N. 2008. *Seleno Trips rubrocinctus*. Hama penting pada jarak pagar. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Vol. 14(3).
- Fung, S.Y., I. Kuiper, C.M. Van Dijke-Hermans, E. Van der Meijden. 2001. Growth damage and silvery damage in chrysanthemum caused by *Frankliniella occidentalis* is related to leaf food quality. In Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera. Reggio Calabria, 2-7th July 2001
- Indiati SW. 2012. Ketahanan varietas/klon ubi kayu genjah terhadap tungau merah. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 31(1):53-59.
- Karmawati, E. dan W. Rumini. 2006. Hama Tanaman Jarak Pagar dan Teknik Pengendaliannya. Makalah disampaikan pada Pelatihan Jarak Pagar, 26 – 28 April 2006 di Puslitbangbun dan Balittri. 9 hal.
- Maftuchah, Zainudin A, Sudarmo H. 2013. Production of physic nut hybrid progenies and their parental in various dry land. *Agricultural Sciences Journal*, 4(1) : 48–56.
- Maftuchah, Reswari HA, Ishartati E, Zainudin A, Sudarmo H. 2015. Heretability and correlation of vegetative and generative character on genotypes of *Jatropha (J.curcas* Linn.). *Energy Procedia*. 65:186–193.
- Rumini. W. 2007. Inventarisasi serangan hama serta musuh alami pada tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) di kebun induk jarak pagar pakuwon. Pusat Peneliiian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Singh, L., S.S. Bargali, S.L. Swamy. 2006. Production practices and posy harvest management in *Jatropha*. *Biodiesel Conference Toward Energi Independent_Focus on Jatropha*. Rashtrapati Bhawan, New Delhi 910 June 2006 :252-267.

KADAR KALSIMUM DAN KUALITAS SENSORI NUGET IKAN NIKE (*Awaous melanocephalus*) YANG DI SUBSTITUSI RUMPUT LAUT MERAH (*Euchema cottonii*)

Margaretha Solang, Aryati Abdul, Novita Muchsin

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Gorontalo

Email: margarethasolang@ung.ac.id

Abstrak (calibri font 11)

Ikan nike memiliki kandungan kalsium yang cukup tinggi yang dapat dikembangkan menjadi produk nugget dengan memanfaatkan rumput laut merah sebagai bahan pengikat. Penelitian ini menggunakan Rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan A (85 g ikan nike: 15 g tepung maizena), B (95 g ikan nike: 5 g rumput laut merah), C (90 g ikan nike: 10 g rumput laut merah), D (85 g ikan nike: 15 g rumput laut merah), E (80 g ikan nike: 20 g rumput laut merah), dan F (75 g ikan nike: 25 g rumput laut merah). Data dianalisis dengan ANAVA, uji *Duncan*, *Kruskal-Wallis Test*, dan uji *Mann-Whitney*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi rumput laut merah dengan komposisi berbeda mempengaruhi kadar kalsium nugget ikan nike secara signifikan ($p = 0,000$). Nugget dengan komposisi rumput laut 75 g ikan nike dan 25 g rumput laut merah memiliki kadar kalsium 263,25 ppm sesuai persyaratan mutu nugget (SNI 01-6683-2002). Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa nugget yang disubstitusi rumput laut 75 g ikan nike dan 25 g rumput laut merah memiliki warna yang paling disukai. Nugget dengan komposisi 95 g ikan nike dan 5 g rumput laut merah memiliki aroma dan rasa yang paling disukai. Nugget dengan komposisi 80 g ikan nike dan 20 g rumput laut merah memiliki tekstur yang paling disukai.

Kata Kunci

nugget,
Awaous melanocephalus,
preferensi,
kalsium

PENDAHULUAN

Ikan nike (*Awaous melanocephalus*) merupakan salah satu hasil perikanan Gorontalo yang digemari oleh masyarakat. Habitat *Awaous melanocephalus* berada di dasar sungai yang berpasir di wilayah Indo-Pasifik (Suzuki et al., 2004). Ikan nike (*A. melanocephalus*) merupakan ikan amphidromous, yang memiliki siklus hidup, yaitu ikan ini memijah di perairan tawar, telur diletakkan pada substrat di dasar perairan, setelah telur menetas larvanya hanyut ke laut, selanjutnya juvenil beruaya kembali ke sungai asal induknya setelah beberapa saat berada di perairan laut. Ikan-ikan ini merupakan ikan-ikan kecil dengan panjang maksimum ± 3 cm. Ciri-ciri lain dari ikan nike adalah tidak berwarna atau keputih-putihan serta tidak bersisik. Ikan nike hanya muncul pada bulan gelap atau bulan mati pada setiap bulannya (Tantu dalam Yusuf, 2011). Pasingi dan Abdullah, (2018) menjelaskan tentang periode kemunculan ikan nike setiap bulan. Setiap bulan ikan nike akan muncul dimulai dari area teluk dan bergerak ke arah muara. Pada bulan Maret, April, dan Mei, kemunculan ikan nike dimulai di perairan Teluk

Gorontalo bagian timur. Sementara pada bulan Juni dan Juli kemunculan ikan nike dimulai dari area barat teluk. Kemunculan Ikan nike di perairan Teluk Gorontalo memiliki durasi selama 3 sampai 9 hari di fase bulan akhir menjelang bulan baru.

Ikan nike mengandung kalsium 677,34 ppm, magnesium 211,58 ppm, besi 15,77 ppm, seng 17,88 ppm dan Iodium 0,079 ppm (Yusuf, 2011). Produksi ikan nike di Gorontalo pada tahun 2014, yaitu 128 ton, dari jumlah tersebut sebesar 99,09% dipasarkan segar sedangkan sisanya 0,91% dalam bentuk olahan. Hal ini menunjukkan bahwa produk olahan nike masih rendah. Pemanfaatan ikan nike oleh masyarakat Gorontalo berupa olahan perkedel, tumis, pepes dan nike bakar. Olahan ini memiliki daya simpan rendah, sehingga mudah mengalami kerusakan. Pengolahan ikan nike dalam bentuk makanan dengan daya simpan yang lebih lama belum banyak dilakukan.

Salah satu produk olahan ikan nike yang dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama adalah nugget. Nugget merupakan salah satu makanan siap saji yang dapat diterima oleh masyarakat karena lebih praktis dan ekonomis (Alamsyah, 2008). Pada pengolahan nugget biasanya digunakan bahan pengikat berupa tepung tapioka atau tepung maizena, namun bahan pengikat ini dapat diganti dengan memanfaatkan bahan pangan lokal, yaitu rumput laut merah (*Eucheima cottonii*). Rumput laut merah dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat karena mengandung karagenan yang tidak dimiliki oleh rumput laut coklat dan hijau. Karagenan merupakan kelompok polisakarida galaktosa yang terdapat didalam dinding sel rumput laut merah. Rumput laut merah diketahui mengandung karagenan sebesar 61,52 %. Karagenan sangat penting peranannya dalam pembentukan tekstur sehingga dapat diaplikasikan pada berbagai produk yang berfungsi sebagai bahan pengentalan, pengemulsi, penstabil dan pembentuk gel (Poncomulyo, 2006). Masita dan Sukeji (2015), menjelaskan bahwa penggunaan rumput laut merah sebanyak 20 g menghasilkan nugget ikan gabus dengan tekstur yang optimal. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa rumput laut merah memiliki potensi sebagai bahan pengikat dalam pembuatan nugget.

Penggunaan rumput laut merah dalam pembuatan nugget ikan nike selain sebagai bahan pengikat, juga merupakan sumber mineral yang baik untuk tubuh, terutama kalsium. Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat dalam tubuh yang berperan penting dalam proses pertumbuhan tulang dan gigi. Menurut Kordi (2011), *E. cottonii* memiliki kandungan kalsium 22,39 ppm. Berdasarkan uraian ini maka telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi kadar kalsium dan kualitas sensori nugget ikan nike yang disubstitusi rumput laut merah.

METODE

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *blender*, timbangan analitik, timbangan ohaus, hot plat, sendok, pisau, talenan, ulekan, loyang, mangkuk, wadah plastik, dandang, wajan, kompor, tisu, aluminium foil, label, seperangkat alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), oven, gelas beker, tabung erlemeyer, tabung reaksi, kertas saring, gelas ukur 10 mL, corong pemisah, labu takar 50 ml, labu takar 1000 ml, batang pengaduk, cawan porselen dan timbangan analitik. Bahan-bahan yang digunakan antara lain ikan nike, rumput laut merah, tepung maizena, tepung terigu, tepung roti, bawang putih, bawang merah, garam, lada, ketumbar, telur ayam, minyak goreng, air, CaCO₃, N-hexan, HNO₃, HCl dan aquades.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 6 perlakuan, yaitu perlakuan A (85 gr ikan nike: 15 gr tepung maizena), B (95 gr ikan nike: 5 gr

rumput laut merah), C (90 gr ikan nike: 10 gr rumput laut merah), D (85 gr ikan nike: 15 gr rumput laut merah), E (80 gr ikan nike: 20 gr rumput laut merah) dan F (75 gr ikan nike: 25gr rumput laut merah) dengan 4 ulangan. Kadar kalsium diukur dengan menggunakan SSA. Uji organoleptik dengan menggunakan uji hedomik menggunakan skala tingkat kesukaan yaitu 1= tidak suka, 2= agak tidak suka, 3= agak suka, 4= suka, 5=sangat suka, 6=amat sangat suka.

Uji organoleptik dilakukan dilaboratorium jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Gorontalo. Analisis kadar kalsium dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya. Analisis data kadar kalsium menggunakan *Analysis of Variancy* (ANOVA) dan uji *Duncan*. Hasil uji organoleptik dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dan uji *Mann-Whitney*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Kalsium

Kadar kalsium nuget ikan nike tanpa disubstitusi rumput laut merah adalah 85 g ikan nike: 15 g tepung maizen adalah 385,37 ppm. Sementara itu, nuget ikan nike yang disubstitusi rumput laut merah dengan perbandingan 95 g ikan nike: 5 g rumput laut merah, 90 g ikan nike: 10 g rumput laut merah, 85 g ikan nike: 15 g rumput laut merah, 80 g ikan nike: 20 g rumput laut merah, dan 75 g ikan nike: 25g rumput laut merah ada 75 g ikan nike: 25 g rumput laut merah berturut-turut sebagai berikut 347,88 ppm; 328,08 ppm, 320,1 ppm, 303,95 ppm, dan 263,25 ppm. Rata-rata kadar kalsium nuget disajikan pada Tabel 1. Peningkatan komposisi substitusi rumput laut merah dan penurunan komposisi ikan nike secara signifikan menurunkan kadar kalsium nuget ($p = 0,000$).

Tabel 1. Rata-Rata Kadar Kalsium Nuget Ikan Nike (*A. melanocephalus*) yang disubstitusi Rumput Laut Merah (*E.cottonii*)

Perlakuan	Kadar Kalsium (ppm)
A (85 g ikan nike: 15 g tepung maizena)	385,37
B (95 g ikan nike: 5 g rumput laut merah)	347,88
C (90 g ikan nike: 10 g rumput laut merah)	328,08
D (85 g ikan nike: 15 g rumput laut merah)	320,1
E (80 g ikan nike: 20 g rumput laut merah)	303,95
F (75 g ikan nike: 25 rumput laut merah)	263,25

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi komposisi rumput laut merah dan semakin turun komposisi ikan nike maka semakin rendah kadar kalsium nuget ikan nike yang dihasilkan. Penurunan kadar kalsium nuget ikan nike pada komposisi ikan nike yang rendah diduga terjadi karena kandungan kalsium ikan nike lebih tinggi dari kadar kalsium rumput laut merah. Ikan nike memiliki kandungan kalsium sebesar 677,34 ppm (Yusuf, 2011) sedangkan rumput laut merah memiliki kandungan kalsium sebesar 22,39 ppm (Kordi 2011). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa nuget ikan nike yang menggunakan tepung maizena sebagai bahan pengikat memiliki kandungan kalsium yang lebih tinggi daripada kandungan kalsium ikan nike yang disubstitusi rumput laut merah. Hal ini karena kadar kalsium yang berasal dari tepung maizena lebih tinggi dari rumput laut merah, yaitu 20 mg/100 g (Anonim, 2012)

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kandungan mineral, khususnya kadar kalsium dari bahan dasar maupun campuran mempengaruhi kandungan kalsium produk

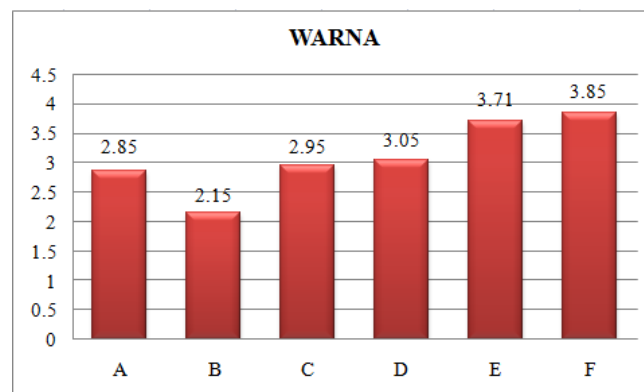
olahan. Nugget ikan nike yang disubstitusi rumput laut merah 25 g dengan ikan nike 75 g memiliki kandungan kalsium (263,25 ppm), kandungan kalsium ini memenuhi syarat kandungan kalsium maksimal nugget yang ditentukan oleh SNI 01-6683-2002, yaitu maksimum 30 mg/100 g atau 300 mg/1000 g. Sementara komposisi substitusi rumput laut merah dan komposisi ikan nike pada perlakuan lainnya memiliki kadar kalsium yang melebihi standar yang ditentukan.

Konsumsi nugget dengan komposisi 75 g ikan nike dan 25 g rumput laut merah yang memiliki kadar kalsium 263,25 ppm atau 263,25 mg/kg, dapat memenuhi asupan kalsium harian sebesar 5,3 % pada anak usia 1-3 tahun, 3,3 % untuk usia 4-8 tahun, dan 2 % untuk usia 9-18 tahun. Sementara itu, jika nugget ini dikonsumsi oleh orang dewasa usia 19-50 tahun maka akan dapat memberikan asupan kalsium harian 2,6 % dan jika dikonsumsi oleh orang yang berusia > 51 tahun dapat memenuhi asupan kalsium harian sebesar 2,2 %. Penghitungan ini didasarkan pada kebutuhan kalsium harian menurut umur tertentu, yaitu sebagai berikut, untuk usia 0-6 bulan membutuhkan 210 mg/hari, 6-12 bulan membutuhkan 270 mg/hari, 1-3 tahun membutuhkan 500 mg/hari, 4-8 tahun membutuhkan 800 mg/hari, 9-18 tahun membutuhkan 1.300 mg/hari, 19-50 tahun membutuhkan 1.000 mg/hari dan > 51 tahun membutuhkan 1.200 mg/hari (Cosman, 2009),

Kualitas Sensori

Warna

Kualitas sensori diukur dengan melakukan uji hedonik meliputi uji warna, aroma, rasa dan tekstur. Hasil uji hedonik tingkat warna, panelis menyatakan penilaian yang berbeda pada setiap perlakuan (Gambar 1). Semakin tinggi substitusi rumput laut merah maka semakin tinggi daya terima panelis terhadap warna ($p=0,000$).



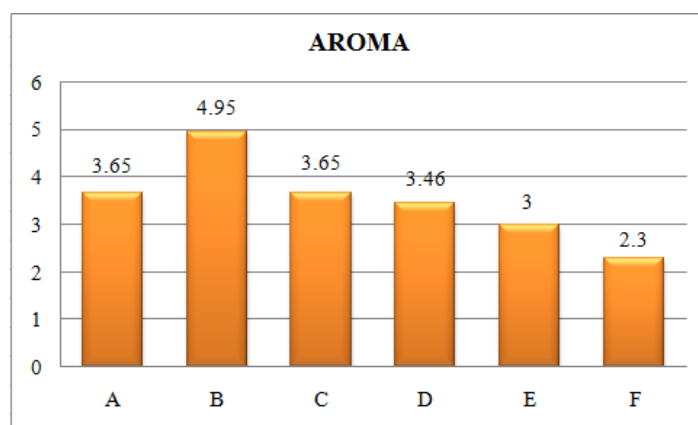
Gambar 1. Rata-Rata Kesukaan Panelis terhadap Warna. Keterangan: A (85 gr ikan nike: 15 gr tepung maizena), B (95 gr ikan nike: 5 gr rumput laut merah), C (90 gr ikan nike: 10 gr rumput laut merah), D (85 gr ikan nike: 15 gr rumput laut merah), E (80 gr ikan nike: 20 gr rumput laut merah) dan F (75 gr ikan nike: 25gr rumput laut merah)

Hasil penskoran menunjukkan bahwa warna yang paling diminati oleh panelis adalah warna pada perlakuan 75 g ikan nike: 25 g rumput laut merah yaitu dengan skor rata-rata 3.85 (suka), sedangkan penilaian terhadap warna yang terendah adalah pada perlakuan 95 g ikan nike: 5 g rumput laut merah yaitu dengan skor rata-rata 2,15 (agak tidak suka) (Gambar 1). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh warna dari daging ikan nike. Daging ikan nike setelah digiling,

berwarna kehitaman sehingga menyebabkan nuget kelihatan sedikit lebih gelap yang mempengaruhi warna hasil penggorengan nuget.

Aroma

Hasil uji hedonik pada aroma, panelis menyatakan penilaian yang berbeda pada setiap perlakuan (Gambar 2). Substitusi rumput laut dengan komposisi yang bervariasi pada nuget ikan nike memberikan pengaruh yang signifikan ($p = 0,000$). Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa semakin tinggi substitusi rumput laut merah maka semakin menurun daya terima panelis terhadap aroma.



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Kesukaan Panelis terhadap Aroma. Keterangan: A (85 gr ikan nike: 15 gr tepung maizena), B (95 gr ikan nike: 5 gr rumput laut merah), C (90 gr ikan nike: 10 gr rumput laut merah), D (85 gr ikan nike: 15 gr rumput laut merah), E (80 gr ikan nike: 20 gr rumput laut merah) dan F (75 gr ikan nike: 25gr rumput laut merah).

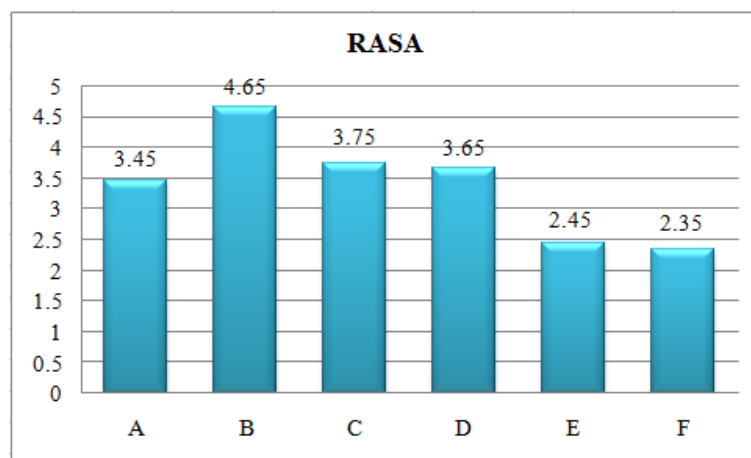
Hasil uji hedonik penskoran menunjukkan bahwa aroma yang paling diminati oleh panelis adalah aroma pada perlakuan 95 g ikan nike: 5 g rumput laut merah yaitu dengan skor rata-rata 4.95 (sangat suka), sedangkan penilaian terhadap aroma yang terendah adalah pada perlakuan 75 g ikan nike: 25 g rumput laut merah yaitu dengan skor rata-rata 2,3 (agak tidak suka). Skor kesukaan berkisar dari agak tidak suka hingga sangat suka. Rata-rata penilaian panelis terhadap aroma nuget untuk semua perlakuan berada di atas nilai 2 dengan tingkat perbedaan yang tidak signifikan. Hal ini diduga semakin tinggi substitusi rumput laut merah maka aroma khas ikan nike pada nuget akan berkurang. Menurut Yusuf (2011), bahwa ikan nike diketahui memiliki kandungan glutamat yang tinggi sehingga memberikan cita rasa dan aroma yang khas terhadap produk yang dihasilkan. Hasil penelitian ini mendukung hasil penelitian yang dilakukan oleh Syamsuddin dkk,(2015), yang menyatakan bahwa pemberian rumput laut yang terlalu banyak akan menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap aroma nuget yang disubstitusi dengan rumput laut dan tepung sagu.

Rasa

Penerimaan suatu produk oleh konsumen dapat diketahui dari sifat sensori rasa suatu produk. Panelis menyatakan penilaian yang berbeda pada setiap perlakuan (Gambar 3). Skor

rata-rata perbedaan perlakuan substitusi rumput laut merah pada nugget ikan nike terhadap penerimaan rasa yang paling diminati oleh panelis adalah rasa pada perlakuan 95 g ikan nike: 5 g rumput laut merah, yaitu dengan skor rata-rata 4.65 (sangat suka), sedangkan penilaian terhadap rasa yang terendah adalah pada perlakuan 75g ikan nike: 25 g rumput laut merah, yaitu dengan skor rata-rata 2,35 (agak tidak suka) (Gambar 3).

Skor uji organoleptik rasa nugget ikan nike yang disubstitusi rumput laut merah cenderung menurun dengan semakin banyaknya penggunaan rumput laut, hal ini dikarenakan semakin banyak penggunaan rumput laut akan mengurangi rasa dari daging ikan nike. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Ridwan (2008), bahwa penambahan bahan pengikat yang terlalu tinggi akan menutup rasa daging sehingga produk olahannya kurang disukai konsumen. Skor kesukaan terhadap rasa nugget berkisar antara agak tidak suka hingga sangat suka dengan perbedaan yang signifikan ($p=0,000$).



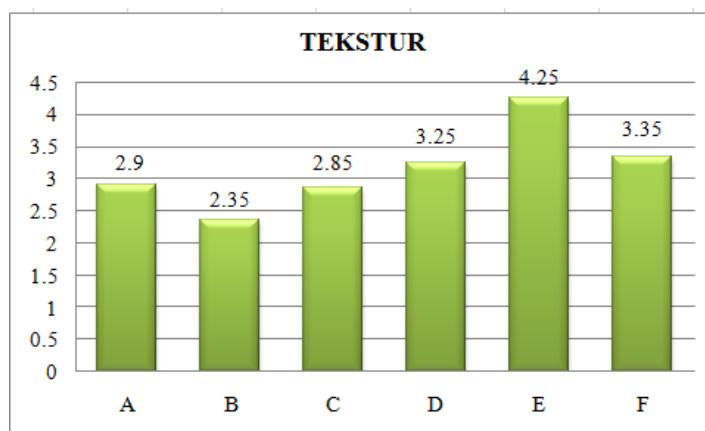
Gambar 3. Grafik Rata-Rata Kesukaan Panelis terhadap Rasa. Keterangan: A (85 gr ikan nike: 15 gr tepung maizena), B (95 gr ikan nike: 5 gr rumput laut merah), C (90 gr ikan nike: 10 gr rumput laut merah), D (85 gr ikan nike: 15 gr rumput laut merah), E (80 gr ikan nike: 20 gr rumput laut merah) dan F (75 gr ikan nike: 25gr rumput laut merah).

Tekstur

Pada uji organoleptik tingkat tekstur, panelis menyatakan penilaian yang berbeda pada setiap perlakuan (Gambar 4). Substitusi rumput laut pada nugget ikan nike memberikan pengaruh terhadap tekstur secara signifikan ($p = 0,000$). Tekstur nugget ikan nike yang disubstitusi rumput laut merah yang paling disukai panelis adalah nugget dengan komposisi 80 g ikan nike: 20 g rumput laut merah dengan skor kesukaan rata-rata 4.25 (suka). Sementara itu, nugget dengan komposisi 95 g ikan nike: 5 g rumput laut merah memiliki skor kesukaan rata-rata 2,35 (agak tidak suka).

Menurut Abubakar, dkk (2011) kekerasan suatu produk dipengaruhi oleh daya mengikat air. Jika suatu produk memiliki daya mengikat air lebih besar maka kekerasan suatu produk akan menurun. Namun berdasarkan hasil pengamatan perlakuan substitusi rumput laut merah yang paling diminati adalah substitusi sebanyak 20 g, namun substitusi sebesar 25 g rata-rata skor kesukaan menjadi turun. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Syamsuddin (2015) yang menjelaskan bahwa tekstur nugget cenderung meningkat dengan semakin berkurangnya

penggunaan rumput laut dan semakin bertambahnya penggunaan tepung sagu. Selain itu, diduga berkaitan dengan proses pengorengan karena proses pengorengan yang sedikit lama pada perlakuan 75 g ikan nike: 25 g rumput laut merah yang menyebabkan tekstur nuget yang dihasilkan menjadi kurang empuk. Soeparno (2005), menjelaskan bahwa tekstur dipengaruhi oleh pemasakan termasuk penggorengan. Pada prinsipnya pemasakan dapat menurunkan keempukan daging. Ridwan (2008), menyatakan perubahan-perubahan yang terjadi selama penggorengan yaitu terjadinya penguapan air, kenaikan suhu produk menyebabkan terjadinya reaksi pencoklatan (*browning*) sehingga produk menjadi renyah, perubahan bentuk produk yang digoreng dan keluarnya air dari bahan yang digunakan dengan masuknya minyak goreng dalam produk.



Gambar 4. Grafik Rata-Rata Kesukaan Panelis terhadap Tekstur. Keterangan: A (85 gr ikan nike: 15 gr tepung maizena), B (95 gr ikan nike: 5 gr rumput laut merah), C (90 gr ikan nike: 10 gr rumput laut merah), D (85 gr ikan nike: 15 gr rumput laut merah), E (80 gr ikan nike: 20 gr rumput laut merah) dan F (75 gr ikan nike: 25gr rumput laut merah).

Skor uji organoleptik rasa nuget ikan nike yang disubstitusi rumput laut merah cenderung menurun dengan semakin banyaknya penggunaan rumput laut, hal ini dikarenakan semakin banyak penggunaan rumput laut akan mengurangi rasa dari daging ikan nike. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Ridwan (2008), bahwa penambahan bahan pengikat yang terlalu tinggi akan menutup rasa daging sehingga produk olahannya kurang disukai konsumen.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nuget ikan nike yang disubstitusi rumput laut merah memiliki kadar kalsium yang tinggi dan dapat diterima oleh konsumen. Nuget dengan komposisi 75 g ikan nike dan 25 g rumput laut merah memiliki kadar kalsium 263,25 ppm atau 263,25 mg/kg sesuai dengan kadar kalsium nuget yang ditentukan SNI SNI 01-6683-2002. Hasil analisis tingkat kesukaan terhadap warna nuget ikan nike menunjukkan bahwa nuget yang disubstitusi rumput laut 75 g ikan nike: 25 g rumput laut merah memiliki warna yang paling disukai. Hasil analisis tingkat kesukaan terhadap aroma dan rasa nuget menunjukkan bahwa nuget dengan komposisi 95 g ikan nike dan 5 g rumput laut merah memiliki aroma dan rasa yang paling disukai. Hasil analisis tingkat kesukaan terhadap tekstur nuget menunjukkan

bahwa nugget dengan komposisi 80 g ikan nikel dan 20 g rumput laut merah memiliki tekstur yang paling disukai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada panelis yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Abubakar, Suryati, T., dan Aziz, A. 2011. Pengaruh Penambahan Karagenan Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Palatabilitas Nugget Daging Itik Lokal (*Anas platyrhynchos*). Seminar Nasional. Teknologi Peternakan dan Veteriner. IPB. Bogor.. Hal 787-799. *Bogor 7-8 Juni 2011*.
- Alamsyah, Y. 2008. *Nugget*. Gamedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Anonim. 2012. *Isi kandungan gizi tepung maizena - Komposisi nutrisi bahan makanan*. <http://www.organisasi.org/1970/01/isi-kandungan-gizi-tepung-maizena-komposisi-nutrisi-bahan-makanan.html> diakses 2 Pebruari 2019.
- Cosman Felicia M. D. 2009. *Osteoporosis*. Bentang Pustaka: Yogyakarta.
- Dinas Perikanan dan Kelautan (DPK). 2014. *Data Hasil Perikanan Provinsi Gorontalo*. Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Gorontalo: Gorontalo.
- Kordi, M Ghufuran H. 2011. *Rumput Laut*. ANDI: Yogyakarta
- Masita Happy Ika dan Sukesri. 2015. *Kadar Kalsium dan Kekerasan Nugget Ikan yang disubstitusi Rumput Laut Merah*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya
- Pasingi N, Abdullah S. 2018. Pola kemunculan ikan nikel (*Gobiidae*) di Perairan Teluk Gorontalo, Indonesia. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. Volume 7, Number 2, Page 111-118.
- Poncomulyo, 2006. *Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut*. Ago Media Pustaka: Jakarta.
- Ridwan, M. 2008. *Sifat-sifat Organoleptik Pengolahan produk*. Universitas Negeri Bangka Blitung (UBB): Bangka Blitung.
- SNI. 01-6683-2002. Syarat Mutu Nugget.
- Soeparno. 2005. *Ilmu dan Teknologi Daging Cetakan Keempat*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suzuki, T., Shibukawa, K., Senou, H. & Yano, K. (2004) A photographic guide to the gobioid fishes of Japan. Heibonsha Co., Japan, 536 pp
- Syamsuddin N, Lahming, Caronge M W. Analisis Kesukaan Terhadap Karakteristik Olahan Nugget Yang Disubstitusi Dengan Rumput Laut Dan Tepung Sagu. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, Vol. 1 (2015) : 1-11
- Yusuf, Nikmawatusanti. 2011. Karakterisasi Gizi Dan Pendugaan Umur Simpan Savory Chips Ikan Nike (*Awaous Melanocephalus*). *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian: Bogor.

Keanekaragaman Jenis Rayap Ordo *Isoptera* di Perkebunan Kelapa Sawit Kuala Tanjung Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batubara, Sumatera Utara

Mhd. Rafi'i Ma'arif Tarigan¹, Abdul Halim Ilyas², dan Masnadi²

¹ Pascasarjana Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang

² Prodi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Islam Sumatera Utara Medan

Email: rafiimagister8@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengetahui indeks Keanekaragaman, Frekuensi, dan Dominansi Rayap Ordo *Isoptera* di Perkebunan Kelapa Sawit Kuala Tanjung Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batubara, Sumatera Utara. Metode yang digunakan adalah metode secara Acak Random Sampling yaitu menempatkan stasiun-stasiun pengamatan sebagai tempat pengambilan sampel. Alat pengambilan sampel menggunakan penjepit serangga dan dilakukan identifikasi dan analisis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Jenis Rayap ordo *Isoptera* yang terdapat di Perkebunan Kelapa Sawit Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batu Bara sebanyak 2 spesies yaitu *Macrotermes gilvus* Hagen dan *Coptotermes curvignathus* Holmgren dengan indeks keanekaragaman jenis 0,312 berada dalam katagori rendah. Indeks Dominasinya adalah 0.626 berarti tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas dalam keadaan stabil. Frekuensi Rayap ordo *Isoptera* di Perkebunan Kelapa Sawit Kuala Tanjung Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batu Bara adalah *Macrotermes gilvus* Hagen 60% jenis rayap ini banyak ditemukan sedangkan frekuensi yang sedikit jenis *Coptotermes curvignathus* Holmgren yaitu 40%.

Kata Kunci

Isoptera,
Macrotermes gilvus,
Coptotermes
curvignathus

PENDAHULUAN

Serangga mewakili lebih dari tiga per empat dari seluruh jumlah spesies hewan yang terdapat di permukaan bumi (Syaukani, 2008). Arthropoda ini menjadi penting bagi kehidupan manusia, bukan hanya karena jumlahnya yang dominan, akan tetapi karena kebanyakan spesiesnya yang langsung berhubungan dengan aktivitas manusia sehari-hari (Habibi *et al.*, 2017). Salah satu jenis arthropoda yang paling sering ada di kehidupan manusia adalah rayap.

Rayap merupakan serangga sosial termasuk ke dalam kelompok Ordo *Isoptera* (Handru *et al.*, 2012; Savitri *et al.*, 2016). Koloni rayap terdiri dari tiga kasta, yaitu kasta prajurit, kasta pekerja, dan kasta reproduktif (Habibi *et al.*, 2017). Rayap umumnya dikenal sebagai serangga pemakan kayu yang utama, akan tetapi sebenarnya makanan dari serangga ini sangat bervariasi di alam (Handru *et al.*, 2012). Rayap dikenal sebagai hama yang menyerang bangunan yang terdiri dari material kayu, menyerang kayu yang

Diterima:

1 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

9 Oktober 2018

masih hidup dan yang sudah mati (Roonwal & Chhotani, 1989). Rayap memiliki dua golongan rayap tingkat tinggi (*higher termite*) yang mempunyai variasi makanan yang lebih seragam dari golongan tingkat rendah (*lower termite*) seperti humus, kayu mati, kotoran hewan dan golongan rayap tingkat tinggi berasosiasi dengan berbagai macam bakteri di dalam ususnya dalam menguraikan selulosa, sedangkan golongan rayap tingkat rendah berasosiasi dengan berbagai jenis protozoa (Brauman *et al.*, 2001; Savitri *et al.*, 2016).

Populasi suatu koloni mencapai lebih dari satu juta (Syaukani, 2010), jumlah spesies rayap di dunia ada sekitar 2648 yang digolongkan ke dalam tujuh family dan 281 genera yang terbagi ke dalam tujuh famili (Mastotermitidae, Serritermitidae, Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae dan Termitidae) (Handru *et al.*, 2012; Kambhampati & Eggleton, 2000). Lima famili yang terakhir tersebar di Oriental Region (Brauman *et al.*, 2001; Collins, 1989), sedangkan di Indo-Malayan hanya ditemukan tiga famili (Kalotermitidae, Rhinotermitidae dan Termitidae) (Syaukani, 2008). Di Indonesia, rayap telah dikoleksi sebanyak 125 spesies dari berbagai habitat dari hutan Sumatera dan lebih dari 60 spesies yang diperkirakan sebagai spesies baru yang terdapat dari berbagai pulau di Indonesia (Gathorne *et al.*, 2001).

Berdasarkan bukti fosil, rayap dipercaya sudah berada di bumi lebih dari 100 juta tahun yang lalu (Brauman *et al.*, 2001) dan fosil leluhur Subfamili Nasutitermitinae berusia lebih dari 65 juta tahun (Grimaldi & Engel, 2005). Bukti paparan dalam taksonomi, spesies rayap yang paling primitif (*Mastotermes darwiniensis*) mempunyai hubungan kekerabatan erat dengan kecoak (*Cryptocercus punctulatus*), kedua kelompok taksa ini sama-sama memiliki 25 spesies simbiosis-protozoa di dalam saluran pencernaan makanannya (Wood & Sands, 1978).

Rayap berperan sebagai hama dalam pertanian dan perkebunan (Roonwal & Chhotani, 1989). Rayap merupakan serangga pengurai utama yang sangat penting dalam rantai ekosistem hutan tropis (Gathorne *et al.*, 2000). Rayap juga merupakan biota penting yang dijadikan indikator biologi di hutan tropis (Gathorne *et al.*, 2001). Jenis rayap *Macrotermes gilvus* Hagen berperan sangat penting dalam proses daur ulang nutrisi tanaman melalui proses disintegrasi dan dekomposisi material organik dari kayu mati, ranting menjadi material organik yang lebih halus (Bignell *et al.*, 2010; Subekti, 2012).

Penyebaran rayap dipengaruhi oleh suhu dan curah hujan, sehingga sebagian besar jenis rayap ditemukan hampir semua daratan rendah tropika dan subtropika dan cenderung meluas ke daerah temperatur dengan batas-batas 50 ° LU dan LS (Nandika, *et al.*, 2003). Rayap sering ditemukan di dalam tanah dan batang kayu basah (Amir, 2003). Keragaman dan penyebaran jenis juga dipengaruhi oleh ketinggian (Gathorne *et al.*, 2000).

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan peneliti di areal perkebunan kelapa sawit Kuala Tanjung Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batubara, Sumatera Utara ditemukan rayap yang menyerang pohon kelapa sawit. Namun sampai saat ini belum diketahui jenis-jenis rayap yang merusak pohon kelapa sawit dan belum adanya informasi dan publikasi ilmiah yang menjelaskan keanekaragaman jenis rayap di areal tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai keanekaragaman jenis rayap di perkebunan kelapa sawit Kuala

Tanjung Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batubara, Sumatera Utara.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan survey keanekaragaman rayap dan mengidentifikasi jenis-jenis rayap yang menyerang tanaman kelapa sawit di Kuala Tanjung Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batubara, Sumatera Utara. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi dasar yang sangat bermanfaat tentang keanekaragaman jenis-jenis rayap pada kawasan perkebunan kelapa sawit tersebut dalam rangka pengendaliannya.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 05 September s/d 05 Oktober 2013 dan dilakukan di Perkebunan Kelapa Sawit Desa Mandarsah Kuala Tanjung Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara dan dilanjutkan dengan identifikasi rayap di Laboratorium FKIP UISU Medan, Sumatera Utara. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, kaca pembesar (Loup), parang, tali rafia, kayu sebagai penegak untuk pembuatan stasiun, meteran, gunting, toples, mikroskop, penggaris, alat tulis, kuas, kamera, dan bahan yang digunakan adalah alkohol, jenis rayap yang ditemukan, buku kunci determinasi serangga dari Jumar (2012). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah transek garis berplot yang penempatannya secara *purpose sampling*, sebanyak 9 plot contoh yang tersebar dalam 3 stasiun.

PROSEDUR PENELITIAN

Pertama kegiatan yang dilakukan adalah pembuatan plot yang dilakukan di areal yang akan diambil rayapnya sebagai sampel yang akan diidentifikasi dan menghitung jumlah jenis rayap yang ditemukan. Pemasangan plot ukuran 3 x 5 meter menggunakan kayu sepanjang 100 cm (1 meter) sebagai turus dan untuk dijadikan tonggak dengan menggunakan tali rafia sebagai batas plot. Lalu, setelah plot terbentuk dilakukan pengambilan sampel. Pada pengambilan sampel dilakukan secara manual menggunakan kuas. Pengambilan sampel akan menjamin tubuh rayap tidak rusak atau cacat pada saat pengambilan rayap tersebut. Kemudian, rayap yang berhasil ditangkap dimasukkan ke dalam toples yang sudah berisi alkohol 70 %. Lalu, uji coba atau sampel yang telah diambil dan terkumpul dicatat jenis-jenis rayap yang ditemukan dan kemudian di bawa ke laboratorium kemudian diletakkan di kaca preparat untuk dilihat di mikroskop. Setelah pengambilan sampel, sampel dicatat untuk dilakukan perhitungan indeks keanekaragaman, indeks dominansi, dan frekuensi suatu jenis. Setelah itu, rayap yang telah diambil dalam bentuk kasta prajurit, kasta pekerja dan ratu rayap (bila ada). Lalu, lakukan identifikasi dengan petunjuk buku rujukan dari Jumar (2012). Hasil dari identifikasi dimasukkan ke dalam tabel hasil pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian jenis rayap ordo *Isoptera* di Perkebunan Kelapa Sawit Kuala Tanjung Desa Mandarasah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batu Bara terdapat 2 spesies yaitu *Macrotermes gilvus* Hagen dan *Coptotermes curvignathus* Holmgren tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis-jenis rayap ordo *Isoptera* dan jumlah individu pada masing-masing stasiun.

No	Jenis rayap	Stasiun									Jumlah
		1			2			3			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1.	<i>Macrotermes gilvus</i>	–	–	30	27	–	–	25	–	–	82
2.	<i>Coptotermes curvignathus</i>	–	–	–	–	–	15	–	–	12	27
Jumlah total											109

Berdasarkan Tabel 1 di atas bahwa rayap yang terdapat di perkebunan kelapa sawit berjumlah 109 ekor. Adapun di stasiun yang pertama di plot satu dan dua tidak terdapat jenis rayap sedangkan di plot ketiga terdapat 30 ekor rayap yang berjenis *Macrotermes gilvus* Hagen. Di stasiun kedua di plot pertama terdapat 27 ekor rayap yang berjenis *Macrotermes gilvus* Hagen sedangkan di plot ke dua tidak ada dan di plot ketiga terdapat 15 ekor jenis rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Di Stasiun ketiga plot pertama terdapat 25 ekor rayap *Macrotermes gilvus* Hagen sedangkan di plot kedua tidak ada, di plot ketiga terdapat 12 ekor rayap *Coptotermes gilvus* Holmgren. Jadi rayap yang berhasil ditangkap seluruhnya sebanyak 109 ekor, yang berjenis *Macrotermes gilvus* Hagen sebanyak 82 ekor sedangkan Rayap jenis *Coptotermes curvignathus* Holmgren sebanyak 27 ekor.

1. Hasil Indeks Keanekaragaman Jenis Rayap Ordo *Isoptera*

Berdasarkan data-data dari hasil penelitian dan perhitungan analisis data dan indeks keanekaragaman jenis rayap maka diperoleh hasil indeks keanekaragaman jenis rayap.

Tabel 2. Hasil Indeks Keanekaragaman Jenis Rayap ordo *Isoptera*

No	Jenis rayap	Jumlah	$P_i = \frac{n_i}{N}$	$\ln.p_i$	$P_i \cdot \ln.p_i$
1.	<i>M. gilvus</i>	82	0,752	-0,285	-0,214
2.	<i>C. curvignathus</i>	27	0,247	-0,398	-0,098
Total		109			-0,312

Rumus: $H' = -\sum p_i \cdot \ln \cdot p_i$

$$\text{Dimana } p_i = \frac{n_i}{N}$$

$$1. \quad M \text{ gilvus } H = \frac{82}{109} = 0,752$$

$$(p_i \cdot \ln) \cdot p_i$$

$$(0,752 \cdot \ln) 0,752$$

$$(-0,285)(0,752) = -0,214$$

$$2. \quad C \text{ curvignathus } H = \frac{27}{109} = 0,247$$

$$(p_i \cdot \ln) \cdot p_i$$

$$(0,247 \cdot \ln) 0,247$$

$$(-0,398)0,247$$

$$-0,098$$

$$\text{Jadi } H' = -\sum p_i \cdot \ln \cdot p_i$$

$$= -[(-0,214) + (-0,098)]$$

$$= -(-0,312)$$

$$= 0,312$$

Dari tabel indeks keanekaragaman 0,312 jenis rayap ordo *Isoptera* diatas dapat dinyatakan bahwa indeks keanekaragaman jenis rayap adalah rendah. Hal ini sesuai dengan rumus Shannon Winner (1949) bahwa:

$H' < 2,3026$: Keanekaragaman kecil dan kestabilan komunitas rendah
 $2,3026 < H' < 6,9078$: Keanekaragaman sedang dan kestabilan komunitas sedang
 $H' > 6,9078$: Keanekaragaman tinggi dan kestabilan komunitas tinggi

2. Hasil Indeks Dominansi Rayap Ordo *Isoptera*

Berdasarkan data-data dari hasil penelitian dan perhitungan analisis data Indeks dominansi jenis rayap maka diperoleh hasil indeks dominansi jenis rayap.

Tabel 3. Hasil Indeks Dominansi Rayap

No	Jenis rayap	Jumlah	$\frac{n_i}{N}$	$\left(\frac{n_i}{N}\right)^2$
1	<i>M. gilvus</i>	82	0,752	0,565
2.	<i>C. curvignathus</i>	27	0,247	0,061
Total		109		0,626

Dari tabel indeks dominansi jenis rayap ordo *isoptera* diatas dapat dinyatakan bahwa indeks dominansi berdasarkan rumus simpson di perkebunan Kelapa Sawit Kuala Tanjung Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batu Bara adalah 0,626 berarti tidak terdapat spesies yang mendominasi atau struktur komunitas dalam keadaan stabil.

Perhitungan Indeks Dominansi Rayap

$$D = \sum \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

Macrotermes gilvus Hagen : $\left(\frac{82}{109} \right)^2 = 0,752$
 $(0,752)^2 = 0,565$

Coptotermes curvignathus Holmgren $\left(\frac{27}{109} \right)^2 = 0,247$
 $(0,247)^2 = 0,061$

Jadi $D = \sum \left(\frac{ni}{N} \right)^2$ $0,565 + 0,061 = 0,626$

3. Hasil Frekuensi Rayap Ordo Isoptera

Berdasarkan data-data dari hasil penelitian dan perhitungan analisis data frekuensi jenis rayap maka diperoleh hasil frekuensi rayap ordo *Isoptera*

Tabel 4. Hasil Frekuensi Rayap ordo Isoptera

No	Jenis Rayap	Frekuensi	
		Absolut	Relatif %
1.	<i>Macrotermes gilvus</i> . Hagen	$\frac{3}{9} = 0,3$	$\frac{0,3}{0,5} \times 100\% = 60\%$
2.	<i>Coptotermes curvignathus</i> . H	$\frac{2}{9} = 0,2$	$\frac{0,2}{0,5} \times 100\% = 40\%$
Jumlah		0,5	100%

Dari hasil penangkapan jenis rayap di perkebunan Kelapa Sawit Kuala Tanjung Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batu Bara yang paling banyak frekuensi rayap terdapat pada jenis rayap *Macrotermes gilvus*. Hagen yaitu 60% sedangkan yang paling sedikit jenis rayap *Coptotermes curvignathus*. Holmgren yaitu 40%.

Identifikasi Rayap Ordo *Isoptera*

Rayap yang telah didapatkan di kawasan tersebut selanjutnya dilakukan identifikasi dengan menggunakan mikroskop dan buku kunci identifikasi spesies rayap berdasarkan buku Jumar (2012).



Gambar 1. Perwakilan Team sedang Mencari Rayap di Pohon Kelapa Sawit



Gambar 2. Perwakilan Team yang sedang Mengamati Morfologi Rayap dengan menggunakan Mikroskop di ruangan lab FKIP UISU Medan



Gambar 3. Perwakilan Team yang sedang Mengamati Morfologi rayap dengan Menggunakan Loup di Laboratorium FKIP UISU Medan

Rayap yang ditemukan di areal Perkebunan Kelapa Sawit Kuala Tanjung Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batu Bara terdapat 2 jenis yaitu, *Macrotermes gilvus* Hagen dan *Coptotermes curvighnathus* Holmgren.

Tabel 5. Hasil Identifikasi Jenis Rayap

No	Jenis	Nama Ilmiah	Family	Habitat
1.	Rayap Tanah	<i>Macrotermes gilvus</i>	Termitidae	Kelapa Sawit
2.	Rayap Tanah	<i>Coptotermes curvighnathus</i>	Rhinotermitidae	Kelapa Sawit

Deskripsi setiap jenis rayap diuraikan sebagai berikut:

1. *Macrotermes gilvus* Hagen

Ciri-ciri jenis rayap *Macrotermes gilvus* Hagen memiliki kepala berwarna coklat tua dan berbentuk seperti oval lebar. Mandibel berkembang dan berfungsi, mandibel kanan dan kiri berbentuk simetris dan tidak memiliki gigi marginal. Mandibel biasanya melengkung pada ujungnya dan digunakan untuk menjepit. Ujung lebrum tidak jelas, pendek dan melingkar dan labrum memiliki hyallin pada ujungnya. Ruas antena terdiri dari 16-17 ruas. Kasta prajurit dari *Macrotermes gilvus* Hagen adalah kasta prajurit yang besar (mayor) dan kasta prajurit yang kecil (minor) (Habibi *et al.*, 2017; Savitri *et al.*, 2016).

Karakter morfologi yang digunakan untuk identifikasi adalah:

Kasta prajurit mayor dengan karakter kepala berwarna coklat kemerahan dan berbentuk seperti oval lebar. Panjang kepala dengan mandibel 4,5-5,42 mm, panjang kepala tanpa mandibel 2,25-2,80 mm, lebar kepala 2,75-3,15 mm, antena terdiri dari 17 ruas, ruas ketiga sama panjang dengan ruas kedua, ruas ketiga lebih panjang dari ruas keempat. Ujung dari labrum tidak jelas, pendek dan melingkar. Abdomen terdiri dari sepuluh ruas biasanya rayap ini hidup di kayu, di dalam tanah dan di dalam batang kelapa sawit. Abdomen berwarna coklat kemerahan.



Gambar 4. Prajurit Mayor *Macrotermes gilvus* Hagen

Kasta prajurit minor dengan karakter kepala berwarna coklat tua dan berbentuk seperti oval panjang. Panjang kepala dengan mandibel 3,05-3,25 mm, panjang kepala tanpa mandibel 2,15-2,75 mm, lebar kepala 2,60-3,10, antena terdiri dari 17 ruas, ruas kedua sama panjang dengan ruas keempat. Ujung dari labrum tidak jelas, pendek dan melingkar. Abdomen terdiri dari sepuluh ruas biasanya rayap ini hidup di kayu dan di dalam tanah. Abdomen berwarna merah kecoklatan.



Gambar 5. Prajurit Minor *Macrotermes gilvus* Hagen

Kasta pekerja dengan karakter kepala berwarna coklat tua dan berbentuk seperti oval panjang. Panjang kepala dengan mandibel 3,08-3,28 mm, panjang kepala tanpa mandibel 2,20-2,85 mm, lebar kepala 2,50-3,20, antena terdiri dari 17 ruas. Ujung dari labrum tidak jelas, pendek dan melingkar. Abdomen berwarna kekuning-kuningan.



Gambar 6. Pekerja *Macrotermes gilvus* Hagen

Kunci Determinasi jenis Rayap *Macrotermes gilvus* (Hagen) yang ditemukan di areal Perkebunan Kelapa Sawit Kuala Tanjung Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara adalah sebagai berikut:

Spesies *Macrotermes gilvus* (Hagen)

1. a. Bentuk kepala prajurit seperti oval lebar..... 2a
b. Bentuk kepala prajurit oval panjang..... 2b
2. a. Kepala berwarna coklat kemerahan..... 3a
b. Kepala berwarna coklat tua..... 3b
3. a. Antena terdiri dari 17 ruas, ruas ketiga sama panjang dengan ruas kedua, ruas ketiga lebih panjang dari ruas keempat..... 4a
b. Antena terdiri dari 17 ruas, ruas kedua sama panjang dengan ruas keempat.. 4b
4. a. Abdomen berwarna merah kecoklatan.....
.....**Kasta prajurit mayor dan minor *Macrotermes gilvus* (Hagen)**
b. Abdomen berwarna kekuning-kuningan.....
.....**Kasta pekerja *Macrotermes gilvus* (Hagen)**

2. *Coptotermes Curvighnathus* Holmgren

Ciri-ciri jenis rayap *Coptotermes Curvighnathus* Holmgren secara morfologi dikenali dengan adanya karakteristik kepala dengan fontanel, pronotum datar dan mandibel berbentuk seperti saber tanpa adanya gigi marginal, fontanel lebar (Subekti *et al.*, 2008), ciri lain dari jenis rayap ini adalah mengeluarkan cairan berwarna putih saat menggigit musuhnya (Nandika *et al.*, 2003). Kepala berwarna kuning kemerahan, antenna, labrum, dan pronotum kuning pucat. Mandibula panjang melengkung, bentuk kepala bulat ukuran panjang sedikit lebih besar dari pada lebarnya, memiliki fontanel yang lebar. Antena terdiri dari 15 ruas kedua dan segmen keempat sama panjangnya, tidak memiliki mesonotum dan metanotum. Penelitian ini juga sesuai dengan penelitian Habibi *et al.*, (2017) bahwa telah ditemukan jenis rayap *Coptotermes* sp yang memiliki prajurit, pekerja dan mandibel. Kasta prajurit mempunyai karakter dengan kepala berwarna kuning, antena, lambrum, dan pronotum berwarna kuning, bentuk kepala bulat memanjang seperti telur. Fontanel jelas terlihat dan biasanya mengeluarkan cairan putih seperti susu yang digunakan untuk pertahanan (defend) dari musuhnya. Antena terdiri dari 15 ruas, ruas kedua dan ruas keempat sama panjangnya.

Karakter morfologi yang digunakan untuk identifikasi adalah:

Kasta prajurit *Coptotermes Curvighnathus* Holmgren dengan karakter memiliki kepala berwarna kuning kemerahan, antena, lambrum, dan pronotum berwarna kuning pucat. Kepala berbentuk seperti telur bulat melebar. Fontanel terlihat jelas dan sering mengeluarkan cairan putih digunakan sebagai pertahanan, antenna terdiri dari 15 ruas, ruas kedua dan ruas keempat sama panjangnya. Mandibel berbentuk seperti arit dan melengkung diujungnya. Panjang kepala dengan mandibel 4,8-5,5 mm, panjang kepala tanpa mandibel 2,30-2,75, ruas kedua dan ruas keempat sama panjangnya, lebar kepala prajurit 1,37-1,44 mm. Bagian abdomen ditutupi dengan rambut yang menyerupai duri. Abdomen berwarna kuning kemerahan.



Gambar 7. Prajurit *Coptotermes curvighnathus* Holmgren

Kasta pekerja *Coptotermes Curvighnathus* Holmgren dengan karakter memiliki kepala berwarna kekuningan, antena, lambrum, dan pronotum berwarna kuning pucat. Kepala berbentuk seperti telur bulat memanjang. Fontanel terlihat jelas dan sering mengeluarkan cairan putih digunakan sebagai pertahanan, antenna terdiri dari 15 ruas, ruas kedua dan ruas

keempat sama panjangnya. Mandibel berbentuk seperti arit dan melengkung diujungnya. Panjang kepala dengan mandibel 2,80-3,25 mm, panjang kepala tanpa mandibel 1,30-1,75, ruas kedua dan ruas keempat sama panjangnya, lebar kepala prajurit 1,08-1,57 mm. Bagian abdomen ditutupi dengan rambut yang menyerupai duri. Abdomen berwarna putih kekuning-kuningan.



Gambar 8. Pekerja *Coptotermes Curvignathus* Holmgren

Kunci Determinasi jenis Rayap *Coptotermes Curvignathus* Holmgren yang ditemukan di areal Perkebunan Kelapa Sawit Kuala Tanjung Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara adalah sebagai berikut:

Spesies *Macrotermes gilvus* (Hagen)

1. a. Bentuk kepala seperti telur bulat melebar..... 2a
b. Bentuk kepala seperti telur bulat memanjang..... 2b
2. a. Kepala berwarna kuning kemerahan..... 3a
b. Kepala berwarna kekuningan..... 3b
3. a. Abdomen berwarna kuning kemerahan
.....**Prajurit *Coptotermes curvignathus* Holmgren**
b. Abdomen berwarna putih kekuningan
.....**Pekerja *Coptotermes Curvignathus* Holmgren**

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di kawasan Perkebunan Kelapa Sawit Kuala Tanjung Desa Mandarsah Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara adalah ditemukan 2 jenis rayap seperti *Macrotermes gilvus* Hagen dan *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Indeks keanekaragaman jenisnya adalah 0,312, menunjukkan bahwa keanekaragaman pada suatu transek adalah rendah. Frekuensinya adalah jenis *Macrotermes gilvus* Hagen yaitu, 60% sedangkan yang terendah adalah jenis *Coptotermes curvignathus* Holmgren yaitu, 40% dan indeks dominansinya adalah 0,626, berarti tidak terdapat spesies yang mendominasi atau struktur komunitas dalam keadaan stabil. Hasil identifikasi yang telah dilakukan bahwa terdapat jenis rayap seperti kasta prajurit mayor dan minor *Macrotermes gilvus* Hagen dan kasta pekerja *Macrotermes gilvus* Hagen dan jenis rayap kasta prajurit dan pekerja *Coptotermes Curvignathus* Holmgren.

SARAN

Diharapkan untuk para petani untuk selalu menjaga tanaman kelapa sawit dari hama serangga terkhususnya pada hama rayap dan perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut mengenai jenis rayap selain jenis-jenis rayap yang ditemukan baik secara karakter morfologi maupun anatominya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada para dosen yang telah memberikan waktu dan kesempatannya dalam memberikan masukan dan bimbingan terhadap artikel ini sehingga dapat bermanfaat buat kalangan masyarakat, mahasiswa dan para peneliti.

DAFTAR RUJUKAN

- Amir M. 2003. Rayap dan Peranannya. Dalam: M. Amir dan S . Kahono. Serangga Taman Nasional Gunung Halimun Jawa Bagian Barat. Biodiversity Conservation Project. LIPI, 51-62.
- Bignell DE, Roisin Y, LN. 2010. *Biology of termites: A modern synthesis*. Springer, London.
- Brauman A, Dore J, Eggleton P, Bignell D, Breznak JA. & Kane MD. 2001. Molecular Phylogenetic profiling of prokaryotic communities in guts of termites with different feeding habits. *FEMS Microbiology Ecology*, 35, 27-36.
- Collins NM. 1989. *Termites*. In Leith H & Werger MAJ (eds.), *Tropical Rain Forest Ecosystems, Biogeographical and Ecological Studies*, pp. 455-471, Elsevier, Amsterdam.
- Gathorne HF, Collins NM, Buxton RD & Eggleton P. 2000. A faunistic review of the termites (Insecta: Isoptera) of Sulawesi, including an Updated Checklist of the species. *Malayan Nature Journal*, 54 (4), 347-353.
- Gathorne HF, Syaukani & Eggleton P. 2001. The effects of altitude and rainfall on the composition of the termites (Isoptera) of the Leuser Ecosystem (Sumatra, Indonesia). *Journal of Tropical Ecology*, 17, 379-393.
- Grimaldi D & Engel MS. 2005. *Evolution of the insects*. Cambridge University Press, New York, 755 pp.
- Habibi, Diba, F & Siahaan S. 2017. Keanekaragaman Jenis Rayap di Kebun Kelapa Sawit PT. Bumi Pratama Khatulistiwa Kecamatan Sungai Ambawang Kabupaten Kubu Raya, *Jurnal Hutan Lestari*, 5 (2), 481-489.
- Handru A, Herwina & Dahelmi. 2012. Jenis-jenis Rayap (Isoptera) di Kawasan Hutan Bukit Tengah Pulau dan Areal Perkebunan Kelapa Sawit, Solok Selatan. *Jurnal Universitas Andalas*, 1(1), 6977.
- Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*, Rieneka Cipta: Banjar Baru.
- Kambhampati S, & Eggleton P. 2000. *Phylogenetics and taxonomy*. In Abe T, Bignell DE and Higashi M (eds.), *Termites: evolution, sociality, symbiosis, ecology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 25-51.
- Nandika D, Rismayadi Y, Diba F. 2003. *Rayap, biologi dan pengendaliannya*. Muhammadiyah University Press, Surakarta, 216 pp.
- Roonwal ML & Chhotani. 1989. *The Fauna of India and the Adjacent Countries*, vol. 1. Zoological Survey of India, Calcuta, 672 pp.

- Savitri A, Martini, Yuliawati S. 2016. Keanekaragaman Jenis Rayap Tanah dan Dampak Serangan Pada Bangunan Rumah di Perumahan Kawasan Mijen Kota Semarang, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4 (1), 2356-3346.
- Subekti N, Dedy D, Dodi N, Surjono SK, & Syaiful A. 2008. Sebaran dan Karakter Morfologi Rayap Tanah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 1 (1), 27-33.
- Subekti N. 2012. Biodeteriorasi Kayu Pinus (*Pinus merkussi*) oleh Rayap Tanah *Macrotermes gilvus* Hagen (Blattodea:Termitidae). *Bioteknologi*, 9 (2), 57-65.
- Syaukani. 2008. A new species of Laccessitermes (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) from the Mentawai Islands, Indonesia. *Sociobiology*, 52: 459-469.
- Tarumingkeng. 2004. *Pengendalian Hama Terpadu Rayap Tanah Coptotermes Pada Kawasan Pemukiman Berdasarkan Faktor Genetik Di Pulau Jawa*. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat-Institut Pertanian Bogor.
- Wood TG & Sands WA. 1978. *The role of termites in ecosystems*. In Brian MV. (ed.), *Production ecology of ants and termites*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 245-295.

Hubungan Kekerbatan Rana Berdasarkan Gen *cyt b* Berbasis *In Silico* sebagai Bukti Adanya Evolusi Molekuler

Nadya Ismi Putri Triesita, Ika Hanifatul Masruroh, Sulistiono, Agus Muji Santoso

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

Email: nadya.ismi20@gmail.com

Abstrak (calibri font 11)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kekerabatan Rana dengan menggunakan sekuen gen *cyt b* berbasis *in silico* dalam bentuk pohon filogeni. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif eksploratif dengan mengunduh data gen *cyt b* Rana dari *Genbank* kemudian dipreparasi dengan menggunakan *BioEdit* dan aplikasi *Mega6* untuk mengkonstruksi pohon filogeni. Hasil inventarisasi diperoleh enam sampel Rana dari *Genbank* yaitu *R. dybowskii*, *R. chensinensis*, *R. huanrensis*, *R. omeimontis*, *R. kukunoris*, dan *R. chaochiaoensis*. Terdapat perbedaan urutan basa nukleotida akibat adanya mutasi gen. Pohon filogeni menunjukkan adanya hubungan kekerabatan yang dekat antara keenam sampel yang membentuk dua klaster besar yaitu *R. chensinensis*, *R. kukunoris* dan *R. huanrensis* dalam klaster A; *R. omeimontis* dan *R. chaochiaoensis* dalam klaster B; dan *R. dybowskii* membentuk *out grup*/kelompok luar padahal keenam sampel memiliki genus yang sama. Hal tersebut membuktikan adanya perbedaan sekuen gen *cyt b* yang dipengaruhi oleh beberapa faktor internal dan eksternal. Harapannya penelitian ini dapat menunjukkan bukti adanya evolusi molekuler pada tingkat gen dari beberapa spesies dalam genus yang sama.

Kata Kunci

kekerabatan, Rana, gen *cyt b*, *in silico*, evolusi molekuler

PENDAHULUAN

Evolusi adalah proses yang terjadi secara berangsur-angsur dari waktu ke waktu dan dalam jangka waktu yang lama. Evolusi terjadi sebagai akibat dari adanya seleksi alam dan variasi gen suatu spesies sehingga muncul spesies yang baru. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa kelas XII SMAN 5 Kediri beberapa siswa beranggapan bahwa evolusi hanya terjadi apabila terdapat perubahan secara fisik dari generasi ke generasi dalam suatu populasi. Padahal evolusi juga dapat terjadi secara molekuler yaitu di dalam sel. Perubahan sekuen gen DNA dapat mempengaruhi ekspresi gen setiap individu. Inilah yang menjadi dasar evolusi molekuler.

Kajian ilmu evolusi pada masa modern saat ini dapat dijelaskan dalam beberapa aspek dan pendekatan evolusi diantaranya pendekatan genetika populasi, pendekatan evolusi ekologi, evolusi molekuler, sistematik, dan paleontologi. Berbagai pendekatan dalam mengkaji masalah evolusi ini diprediksi akan terus berkembang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan.

Evolusi molekuler pada dasarnya menjelaskan dinamika perubahan evolusi pada tingkat molekul. Disamping itu untuk mendukung pemahaman tentang proses evolusi dan efek-efek berbagai macam mekanisme molekuler, berakar pada dua disiplin ilmu yaitu genetika populasi

dan biologi molekuler. Genetika populasi melengkapi tentang dasar teori untuk proses-proses evolusi, sementara biologi molekuler melengkapi tentang data empirik. Jadi untuk memahami evolusi molekuler sangat diperlukan pengetahuan dasar keduanya yaitu genetika populasi dan biologi molekuler.

Salah satu contoh bukti evolusi molekuler adalah adanya hubungan kekerabatan antar satu spesies dengan spesies lain. Makhluk hidup yang memiliki nilai kemiripan yang tinggi diasumsikan merupakan makhluk hidup yang berkerabat atau berasal dari nenek moyang yang sama. Kekerabatan suatu makhluk hidup dapat ditinjau melalui persamaan morfologi bahkan dalam tingkat genetik untuk melihat keakuratannya. Perbedaan posisi geografis dan kondisi ekologis serta adanya isolasi pada suatu wilayah merupakan faktor penting yang diduga kuat dapat memicu spesifikasi terhadap ekspresi dari gen yang akan menyebabkan munculnya variasi dan diferensiasi karakter antar populasi. Analisis kekerabatan dapat dikaji melalui genom DNA mitokondria (*mtDNA*) (Widayanti, 2006).

Mitokondria merupakan organel sel yang ditemukan di dalam sel manusia. Cara memperoleh *mtDNA* dari sampel biologis dalam jumlah kecil atau dari sampel biologi yang sudah terdegradasi memiliki kesempatan lebih besar dari pada DNA inti karena molekul *mtDNA* terdapat dalam ratusan sampai ribuan kopi dibanding dengan DNA inti yang hanya dua kopi pada setiap selnya. Oleh karena itu otot, tulang, rambut, kulit, darah, dan cairan tubuh lainnya dapat digunakan sebagai sumber materi untuk penentuan lokus *mtDNA* apabila terjadi degenerasi oleh karena peralatan atau karena waktu. Dalam *mtDNA* mengandung 28 gen yaitu 2 gen penyandi ribosom RNA (12S *rRNA* dan 16S *rRNA*); 12 gen penyandi protein masing-masing *NADH dehidogenase* (*ND1*, *ND2*, *ND4*, *ND5*, *ND4L*) *cytochrome c oxydase* (*COX1*, *COX2*, *COX3*), dan *cytochrome b* (*cyt b*), *ATPase* (*ATP6* dan *ATP8*), dan 14 gen penyandi *tRNA* (Widayanti, 2006).

Akhir-akhir ini gen *cyt b* digunakan sebagai alat dalam mempelajari evolusi molekuler dan kedokteran forensik (Nesty *et al.*, 2013). *cyt b* adalah salah satu gen dari *mtDNA* yang banyak digunakan untuk penelitian identifikasi dan hubungan atau filogeni antara spesies dari genus atau famili yang sama. Hal itu disebabkan gen *cyt b* adalah penyandi protein dan merupakan daerah *conserve* atau tidak banyak mengalami perubahan atau mutasi basa sehingga lebih sensitif digunakan sebagai penanda genetik/marka atau barcode untuk identifikasi kemurnian spesies (Wati *et al.*, 2013).

Pesatnya ilmu pengetahuan dibidang biologi molekuler tidak membuat peneliti kehabisan akal untuk mengembangkan berbagai macam cara untuk mengarsipkan *database* yang telah diteliti. Salah satunya dengan menggunggah *database* secara online. Informasi genetik, DNA, RNA, dan protein yang cukup lengkap dari berbagai penelitian berbasis genomik dari penjuru dunia dapat diperoleh dari *Genbank*. Berbagai data dari *Genbank* dapat dimanfaatkan untuk memprediksi suatu kebenaran hipotesis sebelum melakukan penelitian di laboratorium dengan kata lain dapat memecahkan berbagai masalah terkait biologi molekuler secara komputasi yang biasa disebut *in silico*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kekerabatan Rana berdasarkan sekuen gen *cyt b* berbasis *in silico* sebagai contoh dari adanya evolusi molekuler yang terjadi pada tingkat gen dari beberapa spesies dalam satu genus yang sama.

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai Mei 2018 di Kampus I Universitas Nusantara PGRI Kediri. Penelitian ini menggunakan metode penelitian diskriptif eksploratif. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *hardware* berupa perangkat keras laptop Acer Aspire V5 dengan RAM (*Random Acces Memory*) 2 *gygabite* dengan perangkat komputer meliputi CPU, monitor, *keyborad*, dan *mouse* yang terhubung dengan koneksi internet melalui sinyal *wi-fi*. Serta *software* berupa *Microsoft Office Windows 7*, notepad, dan aplikasi editing Sekuens DNA *BioEdit* versi 7.2.5 (Hall, 1999) yang digunakan untuk mengetahui panjang sekuen DNA dalam satuan bp dilanjutkan dengan aplikasi *Mega6* versi 6.06 (Tamura, 2013) untuk mengkonstruksi pohon filogeni Rana. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekuen gen *cyt b* Rana yang diinventarisasi melalui *Genbank* NCBI dengan laman <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>. Didapati enam sampel gen *cyt b* Rana yang telah diinventarisasi yaitu *R. dybowskii*, *R. chensinensis*, *R. huanrensis*, *R. omeimontis*, *R. kukunoris*, dan *R. chaochiaensis*.

Inventarisasi sekuen gen *cyt b* melalui *Genbank* diawali dengan mengakses laman <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> yang merupakan laman resmi NCBI dengan memasukkan kata kunci Rana, maka akan muncul berbagai gen dari mitokondria dan proteinnya dan memilih kode CYT B untuk mengunduh data yang diharapkan. File yang telah diunduh dapat dibuka melalui *Notepad* dengan mensejajarkan seluruh sampel yang didapatkan, dan memberi nama sesuai sampel.

Masuk ketahap preparasi DNA menggunakan aplikasi pengolahan data *BioEdit* dengan membuka file sekuen gen *cyt b* Rana dari *Notepad*, maka akan muncul sekuen gen *cyt b* Rana yang telah disejajarkan. Selanjutnya memilih *Accessory Application* → *CAP contig assembly program* → *Run Application*, akan muncul tampilan *Running Application*, menunggu sampai aplikasi selesai memproses. Maka muncul tampilan sekuen gen *cyt b* yang telah dicontig kemudian memotong urutan basa nukleotida yang panjangnya tidak sama. Contig bertujuan untuk merekonstruksi serangkaian DNA yang tumpang tindih.

Konstruksi pohon filogeni dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Mega6*. Diawali dengan membuka aplikasi *Mega6*, membuka file sekuen gen *cyt b* Rana dari aplikasi *BioEdit* dan memilih *Analyze*. Pohon filogeni akan dianalisis dengan memilih *Phylogeny* dan model konstruksi dendogram contohnya seperti metode *UPGMA (Construct/ Test UPGMA Tree)*. Selanjutnya mengganti bootstrap 1000x untuk pengulangan analisis filogeni. Aplikasi akan memproses permintaan, dan muncul tampilan pohon filogeni dari Rana berdasarkan sekuen gen *cyt b*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

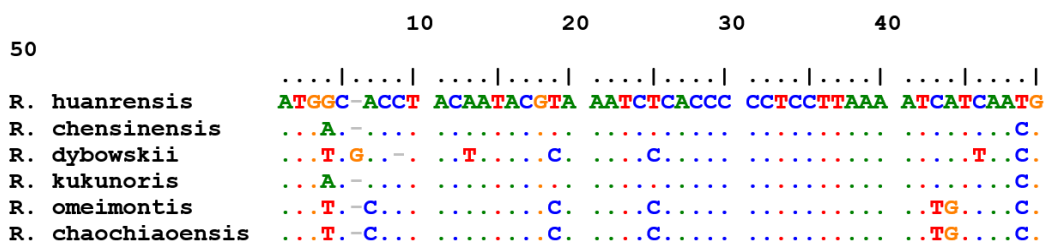
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat enam sampel sekuen gen *cyt b* Rana yang digunakan dalam penelitian ini. Sampel akan dijadikan sebagai dasar untuk analisis hubungan kekerabatan Rana. Sampel Rana memiliki panjang sekuen yang sama yaitu 1143 bp. Setiap sampel memiliki kode akses yang berbeda antara satu spesies dengan spesies yang lain. Berikut keenam sekuen gen *cyt b* Rana yang diinventarisasi dari *Genbank*:

Tabel 1. Sampel Sekuesn Gen *cyt b* Rana yang dikoleksi dari Genbank

No	Jenis Rana	Kode Genbank NCBI	Asal Negara
1	<i>R. huanrensis</i>	ID 26375304	China, (Dong et al., 2015)
2	<i>R. chensinensis</i>	ID 18490409	China (Li et al., 2014)

3	<i>R. dybowskii</i>	ID 18490395	China (Li et al., 2014)
4	<i>R. omeimontis</i>	ID 33944093	Unpublished
5	<i>R. kukunoris</i>	ID 33944055	Unpublished
6	<i>R. chaochiaoensis</i>	ID 33944017	Unpublished

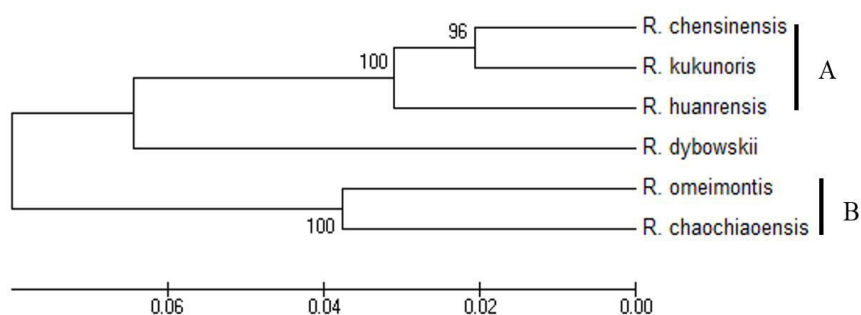
Berdasarkan pensejajaran 1134 nukleotida dari enam sampel gen *cyt b* Rana diketahui terdapat beberapa variasi urutan basa nukleotida *cyt b* Rana dari setiap sekuen. Analisis kekerabatan mengacu pada homologi sekuen gen yang menyebabkan adanya perbedaan basa nukleotida pada gen *cyt b* sehingga dapat digunakan sebagai dasar pembandingan antar spesies. Semakin tinggi tingkat homologinya, semakin dekat kekerabatan antar jenis karena mutasi yang terjadi semakin rendah.



Gambar 1. Potongan Urutan Basa Nukleotida Rana Berdasarkan Gen *cyt b* Berbasis *In Silico*

Sebagai contoh telah ditampilkan 50 bp sekuen gen *cyt b* Rana yang telah disejajarkan (Gambar 1.). Terdapat perbedaan sekuen gen *cyt b* dengan urutan pertama *R. huanrensis*, namun *R. huanrensis* bukan merupakan anecestor (nenek moyang) dalam penelitian ini. Seperti basa nukleotida pada situs keempat, terjadi perbedaan antara keenam basa nukleotida dari masing-masing spesies Rana. *R. huanrensis* memiliki basa G pada situs keempat sedangkan *R. chensinensis* dan *R. kukunoris* mengalami mutasi substitusi transisi dengan adanya perubahan basa nitrogen menjadi A. Sedangkan pada *R. dybowskii*, *R. omeimontis*, dan *R. chaochiaoensis* mengalami mutasi substitusi tranversi dengan adanya perubahan menjadi basa T. Situs ketujuh menunjukkan adanya penambahan (adisi) basa nukleotida pada sekuen gen *cyt b* *R. dybowskii* dengan basa G. Situs kesembilan menunjukkan adanya delesi pada *R. dybowskii* dan tidak terjadi pada sekuen gen *cyt b* Rana yang lainnya memiliki urutan nukleotida C. *R. dybowskii* memiliki jumlah mutasi yang paling banyak dibandingkan dengan spesies Rana yang lainnya bahkan hingga panjang sekuen ke 1143 bp. Sepanjang 50 bp sekuen gen *cyt b* (Gambar 1.), *R. dybowskii* banyak mengalami mutasi substitusi tranversi yaitu pada situs ke 13, 19, 25, dan 46 sedangkan untuk spesies lainnya cenderung memiliki urutan basa nukleotida yang konsisten. Terjadinya mutasi substitusi tranversi dapat mengakibatkan adanya perubahan asam amino yang terbentuk sehingga mempengaruhi ekspresi gen (Nur & Syahrudin, 2016).

Perbedaan urutan basa nukleotida membuktikan adanya perubahan yang terjadi pada gen dari spesies dalam satu genus yang sama. Semakin rendah perbedaan basa nukleotida dari masing-masing spesies akan menunjukkan hubungan kekerabatan yang semakin dekat antar spesies tersebut seperti pada pohon filogeni Rana yang dikonstruksi dengan menggunakan aplikasi *Mega6* sebagai berikut:



Gambar 2. Pohon Filogeni Rana Berbasis In Silico (A=Klaster A; B=Klaster B)

Pohon filogeni yang terbentuk dari enam sampel gen *cyt b* Rana (Gambar 2.) menunjukkan beberapa perbedaan skala. Semakin ke kanan skala menunjukkan nilai yang semakin kecil menandakan variasi basa nukleotida semakin rendah dengan kata lain homologi basa nukleotida yang dimiliki semakin tinggi.

Pohon filogeni Rana yang terbentuk terbagi atas dua klaster (kelompok) yang mencolok. *R. chensinensis*, *R. kukunoris*, dan *R. huanrensis* menempati klaster A; sedangkan *R. omeimontis* dan *R. chaochiaoensis* menempati klaster B. Klaster A didapati *R. chensinensis* memiliki hubungan kekerabatan yang dekat dengan *R. kukunoris*. Nilai skala menunjukkan angka 0,02 yang menandakan tingginya nilai homologi basa nukleotida dari masing-masing sampel. Penelitian terdahulu menggunakan analisis genom mitokondria dengan metode konstruksi Maximum Likelihood *R. chensinensis* dengan *R. kukunoris* memiliki hubungan kekerabatan yang dekat karena berada dalam satu klaster (Zhou *et al.*, 2017). *R. huanrensis* memiliki hubungan kekerabatan yang cukup dekat dengan *R. chensinensis* dan *R. kukunoris* dengan nilai skala menunjukkan angka 0,03. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Dong *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa *R. chensinensis* dan *R. huanrensis* berada pada satu klaster yang sama ditinjau dari genom mitokondria sehingga diartikan memiliki hubungan kekerabatan yang dekat. *R. chensinensis*, *R. huanrensis*, dan *R. kukunoris* berada dalam satu cabang dalam pohon filogeni (Zhou *et al.*, 2017). Klaster B terdapat *R. omeimontis* dan *R. chaochiaoensis* yang memiliki hubungan kekerabatan yang dekat dengan nilai skala menunjukkan angka 0,038. Zhou *et al.* (2017) juga menyatakan adanya hubungan kekerabatan yang dekat antara *R. omeimontis* dan *R. chaochiaoensis* berdasarkan genom mitokondria menggunakan metode konstruksi Maximum Likelihood.

Terdapat satu spesies yaitu *R. dybowskii* yang membentuk *out grup* (kelompok luar) dengan nilai skala menunjukkan angka 0,065 padahal keenam spesies tersebut berada pada takson genus yang sama yaitu Rana. Hal tersebut terjadi karena *R. dybowskii* memiliki jumlah mutasi yang tinggi dibandingkan dengan kelima spesies Rana lainnya dan membuat *R. dybowskii* membentuk *out grup* pada pohon filogeni karena memiliki kekerabatan yang jauh dengan spesies Rana yang lain.

Perbedaan basa nukleotida gen *cyt b* yang mempengaruhi hubungan kekerabatan Rana dapat terjadi karena beberapa faktor baik faktor internal maupun faktor eksternal. Seperti adanya seleksi alam yang mempengaruhi adanya adaptasi terhadap lingkungan, faktor geografis, migrasi, perkawinan tak acak, hanyutan genetik, mutasi gen, serta rekombinasi dan seleksi (Nur & Syahrudin, 2016). Faktor-faktor tersebut yang mempengaruhi terjadinya evolusi

molekular pada spesies tertentu yang dapat diketahui tanpa harus terekspresi secara langsung pada morfologinya, karena memerlukan waktu yang cukup lama untuk mengetahui ekspresi gen dari hasil mutasi yang dapat diamati pada morfologi individu tertentu. Hal tersebut merupakan salah satu keunggulan dari penelitian *in silico*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kekerabatan Rana menggunakan gen *cyt b* berbasis *in silico* dapat menunjukkan adanya bukti evolusi secara molekuler yaitu adanya perbedaan urutan basa nukleotida gen *cyt b* Rana. Perbedaan urutan basa nukleotida dapat mempengaruhi kekerabatan Rana dalam satu genus yang dapat digambarkan dalam sebuah pohon filogeni dengan menggunakan metode konstruksi UPGMA. Perbedaan basa nukleotida gen *cyt b* Rana dapat terjadi karena beberapa faktor baik faktor internal maupun faktor eksternal seperti seleksi alam, letak geografis, migrasi, perkawinan tak acak, hanyutan genetik, mutasi gen, serta rekombinasi dan seleksi. Mengungkapkan adanya mutasi pada perbedaan urutan basa nukleotida tanpa harus melihat ekspresi gen pada morfologinya merupakan salah satu keunggulan penelitian dibidang *in silico*.

DAFTAR RUJUKAN

- Dong. B., Zhou. Y., Yang. B. 2015. The Complete Mitochondrial Genome of the *Rana huanrensis* (Anura: Ranidae). Shenyang: Shenyang Normal University. *The Journal of DNA Mapping, Sequencing, and Analysis*.
- Hall. T.A. 1999. BioEdit: A User-Friendly Biological Sequence Alignment Editor and Analysis Program for Windows. Carolina: North Carolina University USA. *Jurnal Nucleic Acids Symposium Series*. 41: 95-98.
- Li. J., Lei. G., Fu. C. 2014. Complete Mitochondrial Genomes of Two Brown Frogs, *Rana dybowskii* and *Rana cf. chensinensis* (Anura: Ranidae). Shanghai: Fudan University. *Jurnal Informa Health Care*.
- Nesty. R., Tjong. D.H., Herwina. H. 2013. Variasi Morfometrik Kodok *Duttaphrynus melanostictus* (Schneider, 1799) (Anura: Bufonidae) di Sumatera Barat yang Dipisahkan oleh Bukit Barisan. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 2 (1): 37-42.
- Nur. A., Syahrudin. K. 2016. *Gandum: Peluang Pengembangan di Indonesia* Aplikasi Teknologi Mutasi dalam Pembentukan Varietas Gandum Tropis. Jakarta: Indonesian Agency for Agricultural Research and Development.
- Tamura. K., Stecher. G., Peterson. D., Filipksi. A., Kumar. S. 2013. Mega6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. Hachioji: Tokyo Metropolitan University Japan. *Jurnal Mol. Bio. Evol.* 30(12): 2725-2729.
- Wati. M., Tjong. D.H. Saifullah. 2013. Studi Fenetik Katak *Rana nicobariensis* Stoliczka, 1870 (Ranidae) di Pulau Siberut dan Daerah Dataran Rendah Sumatera Barat. Padang: STKIP PGRI Sumatera Barat Padang. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung.
- Widayanti. R. 2006. Kajian Penanda Genetik Gen Cytochrome B dan Daerah D-Loop pada *Tarsius sp.* Bogor: Institut Pertanian Bogor. Disertasi.
- Zhou. Y., Wang. S., Zhu. H., Li. P., Yang. B., Ma. J. 2017. Phylogeny and biogeography of South Chinese brown frogs (Ranidae, Anura). Harbin: Northeast Forestry University. *Jurnal PLoSONE*. 12(4): e0175113.

Analisis Hubungan Kekeabatan Kultivar Mangga (*Mangifera indica* L.) Berdasarkan Karakteristik Morfologi Daun di Kabupaten Subang

Nurillah Novia Hermaniawati, Siti Nurlailatul Badriah, Ulfatul Hasanah,
Tri Cahyanto, Ateng Supriatna

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung

Email: hermaniawati@gmail.com

Abstrak

Mangga (*Mangifera indica* L.) merupakan salah satu tanaman buah yang banyak kultivar di Indonesia, serta dapat di konsumsi oleh masyarakat. Banyaknya kultivar yang dikembangkan penting untuk diketahui hubungan kekerabatannya sehingga dapat digunakan untuk bahan pemuliaan buah mangga. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis keragaman dan mengetahui hubungan kekerabatan antar kultivar mangga berdasarkan morfologi daun di Kabupaten Subang. Penelitian dilakukan pada bulan Januari hingga Maret 2018 dengan menggunakan metode survey dan eksplorasi, kultivar mangga yang diamati diantaranya mangga simanalagi, bapang, nanas, rante, kidang, cengkir, TO2, TO1, cengkir gajah, madu keraton, golek, gincir, apel, budiraja, golek benhur, gedong gincu, dodol, arumanis, kasar dan gori, selanjutnya dianalisis karakteristik morfologinya mengacu pada buku Descriptors of Mango *Mangifera indica* L. The International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) serta dianalisis kekerabatannya menggunakan software NTSYSpc 2.02. Hasil pengamatan menunjukkan keragaman morfologi daun meliputi panjang, lebar, bentuk tepi, permukaan daun, adanya pulvinus, ujung dan pangkal daun, jumlah tulang daun kanan dan kiri, serta perbedaan karakter pada setiap kultivar dan dendrogram menunjukkan koefisien kemiripan 0,40-0,83. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengamatan berdasarkan morfologi menunjukkan banyak keragaman karakteristik morfologi daun serta kemiripan tinggi 0,83.

Kata Kunci:

Mangifera indica,
kultivar, morfologi,
kekerabatan

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan buah-buahan, beberapa diantaranya merupakan buah unggul yaitu manggis, mangga, duku, durian, rambutan, pisang, jeruk dan salak (Santoso, 1990). Mangga merupakan tanaman buah yang potensial untuk dikembangkan karena mempunyai tingkat keragaman genetik yang tinggi (Nilasari dkk., 2013). Keanekaragaman dan ketersediaan bahan genetik adalah penentu keberhasilan program pemuliaan tanaman mangga (Fitmawati dkk., 2013).

Tanaman mangga berasal dari famili *Anacardiaceae*, genus *Mangifera*. Genus dari keluarga *Anacardiaceae* yang berasal dari Asia Tenggara tercatat ada 62 spesies, enam belas spesies diantaranya memiliki buah yang dapat dimakan, tetapi hanya spesies *Mangifera caesia*

Jack., *Mangifera foetida* Lous., *Mangifera odorata* Grift., dan *Mangifera indica* L. yang biasa dimakan. Diantara keempat spesies mangga yang dapat dimakan tersebut, yang memiliki jenis paling banyak adalah *Mangifera indica* L. sebagian dari mangga tersebut memiliki aroma yang cukup kuat (Mulyawanti dkk., 2010).

Mangga tumbuh berupa pohon berbatang tegak, bercabang banyak, dan bertajuk rindang hijau sepanjang tahun. Tinggi pohon dewasa bisa mencapai 10–40 m. umur pohon bisa mencapai 100 tahun lebih. Morfologi pohon mangga terdiri atas akar, batang, daun, dan bunga. Bunga menghasilkan buah dan biji (pelok) yang secara generatif dapat tumbuh menjadi tanaman baru (Pracaya, 2007).

Tanaman mangga berdaun tunggal tanpa anak daun penumpu, letak daun bergantian mengelilingi ranting dengan panjang tangkai bervariasi yakni antara 1,25–12,5 cm. Jumlah tulang daun mangga sekitar 18–30 buah. Bentuk daun mangga ada yang berbentuk seperti mata tombak, lonjong, segiempat, dan bulat telur. Tepi daunnya halus dan terkadang sedikit bergelombang, melipat atau menggulung. Daun muda berwarna kemerahan, permukaan daun bagian atas berwarna hijau mengkilap, sedangkan bagian bawah berwarna hijau muda (Pracaya, 2011).

Menurut Chiang dkk. (2012) menyatakan bahwa karakter morfologi telah digunakan secara rutin untuk mengidentifikasi fenotipe mangga, bahkan dapat digunakan sebagai identifikasi kultivar mangga secara komersial. Bahkan untuk mendapatkan kultivar yang unggul membutuhkan sumber daya genetik dengan melakukan karakterisasi morfologi (Faizal dkk., 2017). Menurut Cahyanto *et al.*, (2017), sebanyak 21 mangga kultivar sudah ada ditemukan di Subang. Kultivar yang paling umum adalah Simanalagi, Arumanis, Cengkir, dan Madu Keraton dengan Cengkir dan Arumanis telah menjadi komoditas unggulan di Subang dan Indramayu. Di sisi lain, kultivar langka di Subang diantaranya Bapang, Golek, Ompongong, Muncang, Lenggak, dan Gori. Berdasarkan informasi data dari Balai Penelitian Tanah (2008) bahwa sentra produksi mangga di Indonesia khususnya di Jawa Barat diantaranya Indramayu, Cirebon, dan Majalengka. Sehingga pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaman dan mengetahui kekerabatan antar kultivar mangga (*Mangifera indica* L.) berdasarkan karakteristik morfologi daun di Kabupaten Subang.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Subang, pada bulan Januari–Maret 2018. Pengambilan data terbagi ke dalam tiga kecamatan yaitu, Kecamatan Ciasem, Kecamatan Pamanukan, dan kecamatan Tambakdahan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya pH meter, *thermometer* digital, penggaris, pisau/*cutter*, gunting, kamera, meteran, dan buku *Descriptors of Mango Mangifera indica* L. *The International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI) dan milimeter *block*. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu label nama, plastik, kultivar mangga yang terdiri dari sampel daun.

Penelitian ini menggunakan metode survei dan eksplorasi, yaitu dengan pengambilan dan pengamatan sampel secara langsung. Sampel tanaman yang diambil berupa sampel daun kultivar mangga (*Mangifera indica* L.) diantaranya mangga simanalagi, cengkir gajah, madu keraton, golek, arumanis, cengkir, bapang, TO1, budiraja, apel, TO2, kasur, gincir, gori, nanas,

golek benhur, gedong gincu, kidang, rante dan dodol, selanjutnya dianalisis berdasarkan karakteristik morfologi. Parameter yang akan diamati dalam penelitian ini yaitu karakter morfologi pada daun. Pengamatan morfologi ini berdasarkan pada parameter (IPGRI, 2006) :

Tabel 1. Menyajikan karakter morfologi daun mangga (*Mangifera indica* L.)

1. Panjang tangkai daun (cm) 0 ≤4,00 1 4,01-8,00 2 8,01-12,00	2. Bentuk daun 0 Elliptic 1 Oblong 2 Ovate 3 Obovate 4 Lanceolate 5 Oblanceolate
3. Tepi daun 0 Rata 1 Bergelombang	4. Ujung daun 0 Tumpul 1 Runcing 2 Meruncing
5. Pangkal daun 0 Runcing 1 Tumpul 2 Membundar	6. Panjang helaian daun (cm) 0 ≤10,00 1 10,01-20,00 2 20,01-30,00 3 30,01-40,00 4 ≥40,01
7. Lebar helaian daun (cm) 0 ≤3,00 1 3,01-6,00 2 6,01-9,00 3 ≥ 9,01	8. Posisi daun terhadap batang 0 Semi tegak 1 Horizontal 2 Semi layu
9. Permukaan daun 0 Halus/licin 1 Kasar	10. Adanya pulvinus 0 ada 1 Tidak ada
11. Jumlah tulang daun kiri 0 ≤10 1 10,01-20,00 2 20,01-30,00 3 30,01-40,01 4 ≥40,01	12. Jumlah tulang daun kanan 0 ≤10 1 10,01-20,00 2 20,01-30,00 3 30,01-40,01 4 ≥40,01

Analisis Data

Keragaman morfologi daun dianalisis menggunakan metode UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Mean). Hubungan kekerabatan dengan program Numerical Taxonomy and Multivariate System (NTSYS) versi 2.2 yang menghasilkan dendrogram kemiripan. Data pengamatan yang bersifat kualitatif diubah menjadi bentuk biner.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei dan eksplorasi yang telah dilakukan di Kabupaten Subang tepatnya di Kecamatan Ciasem, Kecamatan Pamanukan dan Kecamatan Tambakdahan ditemukan 20 kultivar mangga (*Mangifera indica* L.) yaitu simanalagi, bapang, nanas, rante, kidang, cengkir, TO2, TO1, cengkir gajah, madu keraton, golek, gincir, apel, budiraja, golek benhur, gedong gincu, dodol, arumanis, kasur dan gori. Hasil pengamatan menunjukkan penampilan karakter morfologi dapat diketahui adanya keragaman dalam bentuk, ukuran, warna, maupun karakter lainnya.

Tabel 2. Deskripsi 20 kultivar mangga (*Mangifera indica* L.)

Kultivar	a	b	c	d	e	f	g	H	i	j	K	l
Simanalagi	0	0	1	2	0	1	1	1	0	0	2	2
Cengkir Gajah	1	4	0	2	0	2	2	1	1	0	1	2
Madu Keraton	0	0	1	2	0	2	2	2	1	0	1	2
Golek	0	4	1	2	1	2	1	2	1	0	2	2
Cengkir	1	4	1	2	0	3	2	1	0	0	2	3
Arumanis	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	2	2
Bapang	0	0	1	2	0	2	2	1	0	0	2	2
TO1	1	4	1	2	0	3	1	1	1	0	3	4
Budiraja	1	1	0	1	0	2	1	1	0	0	2	2
Apel	0	4	0	2	0	1	0	2	0	0	1	2
TO2	1	0	1	2	0	3	2	1	0	0	2	2
Kasur	0	2	0	2	1	2	2	1	1	0	3	3
Gincir	0	4	0	2	1	2	2	2	1	0	2	2
Gori	0	2	0	1	0	2	2	0	1	0	1	1
Nanas	0	4	1	2	0	2	1	1	0	0	3	2
Golek Benhur	1	1	0	2	0	2	2	2	1	0	2	2
Gedong Gincu	4	1	0	2	0	2	2	2	0	0	2	2
Kidang	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	2	1
Rante	0	4	1	2	0	1	1	1	1	0	2	2
Dodol	1	0	0	2	0	2	2	1	0	2	2	2

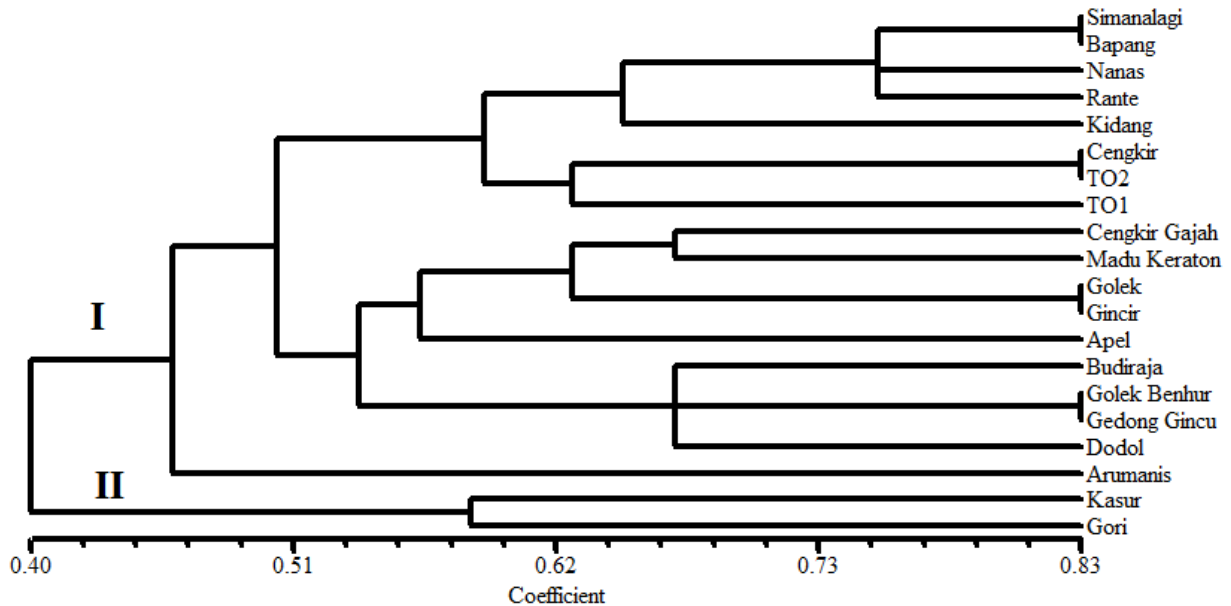
Keterangan :

- a. Panjang tangkai daun
- b. Bentuk daun
- c. Tepi daun
- d. Ujung daun
- e. Pangkal daun
- f. Panjang helaian daun

- g. Lebar helaian daun
- h. Posisi daun terhadap batang
- i. Permukaan daun
- j. Adanya pulvinus
- k. Tulang daun kiri
- l. Tulang daun kanan

Pada hasil dendogram (Gambar 1.) yang diperoleh koefisien kemiripan berkisar 0,40-0,83. Berdasarkan dendogram yang dihasilkan terdapat dua kelompok besar yaitu kelompok I dengan kelompok II pada nilai kemiripan 0,44 meliputi perbedaan karakter yang tinggi antar kelompok I dan II. Kelompok I terdiri dari 18 kultivar yaitu simanalagi, bapang, nanas, rante, kidang, cengkir, TO2, TO1, cengkir gajah, madu keraton, golek, gincir, apel, budiraja, golek

benhur, gedong gincu, dodol dan arumanis. Pada kelompok II terdiri dari 2 kultivar yaitu kasur dan gori. Menurut Djarwaningsih (2017), keunikan geologi Indonesia menyebabkan tingginya endemisitas flora, fauna dan mikroba. Indonesia memiliki tingkat endemisitas flora antara 40–50 % dari total jenis flora pada setiap pulau.



Gambar 1. Dendrogram 20 kultivar mangga (*Mangifera indica* L.) berdasarkan karakteristik morfologi

Nilai kekerabatan kelompok I yaitu berkisar 0,46 dan didapatkan kekerabatan paling tinggi pada kelompok I dengan tingkat kemiripan 0,83 diantaranya simanalagi dengan bapang, cengkir dengan TO2, golek dengan gincir, dan golek benhur dengan gedong gincu. Hal tersebut menunjukkan bahwa kultivar-kultivar tersebut mempunyai banyak kesamaan morfologi daun mangga (*Mangifera indica* L.). Kesamaan kultivar simanalagi dengan bapang berdasarkan pada panjang tangkai daun, bentuk daun elliptic, tepi daun bergelombang, ujung daun meruncing, pangkal daun runcing, posisi daun terhadap batang horizontal, permulaan daun halus/licin, terdapat pulvinus, dan jumlah tulang daun kiri dan kanan.

Pada kultivar cengkir dan TO2 yaitu memiliki persamaan karakter panjang tangkai daun, tepi daun bergelombang, ujung daun meruncing, pangkal daun runcing, panjang dan lebar helaian daun, posisi daun terhadap batang horizontal, permukaan daun halus/licin serta jumlah tulang daun kiri. Pada kultivar golek dengan gincir meliputi panjang tangkai daun, daun berbentuk lanceolate, tepi daun bergelombang, ujung daun meruncing, pangkal daun tumpul, panjang helaian daun, posisi daun terhadap batang semi layu, permukaan daun bergelombang, terdapat pulvinus, dan jumlah tulang daun kiri dan kanan. Kultivar golek benhur dengan gedong gincu memiliki kesamaan diantaranya daun berbentuk oblong, tepi daun rata, ujung daun meruncing, pangkal daun runcing, panjang dan lebar helaian daun, posisi daun terhadap batang semi layu, terdapat pulvinus, dan jumlah tulang daun kiri dan kanan.

Pada kelompok II mempunyai nilai kekerabatan berkisar 0,60 dengan kemiripan pada kultivar kasur dengan gori berdasarkan pada panjang tangkai daun, daun berbentuk ovate, tepi daun rata, panjang dan lebar helaian daun, permukaan daun kasar dan terdapat pulvinus.

SIMPULAN

Terdapat 20 kultivar mangga (*Mangifera indica* L.) yaitu, simanalagi, bapang, nanas, rante, kidang, cengkir, TO2, TO1, cengkir gajah, madu keraton, golek, gincir, apel, budiraja, golek benhur, gedong gincu, dodol, arumanis, kasur dan gori dengan keragaman morfologi daun pada panjang dan lebar daun, bentuk daun, tepi daun, panjang tangkai, permukaan daun, adanya pulvinus, jumlah tulang daun, ujung daun dan pangkal daun. Hubungan kekerabatan antar kultivar tersebut menunjukkan koefisien kemiripan yang diperoleh berkisar 0,40-0,83 dengan kemiripan paling tinggi 0,83 terdapat pada kultivar simanalagi dengan bapang, cengkir dengan TO2, golek dengan gincir, dan golek benhur dengan gedong gincu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Tri Cahyanto, M.Si dan Dr. Ateng Supriatna, M.Si atas bimbingan, saran dan ide-ide cemerlang yang telah disampaikan selama penelitian ini dilaksanakan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rahmat selaku aparat Desa Ranca Hilir Kecamatan Pamanukan sekaligus sebagai pengepul (bandar) buah atas kontribusi dan bantuan informasi selama penelitian, juga terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu khususnya di Kecamatan Pamanukan dan Ciasem.

DAFTAR RUJUKAN

- Cahyanto, T., Sopian, A., Efendi, M., dan Kinasih, I. 2017. Grouping of *Mangifera indica* L. Cultivars of Subang West Java by Leaves Morphology and Anatomy Characteristics. *Biosaintifika*, 9 (1), 156-167.
- Chiang, YC, Tsai, CM, Chen, YKH, Lee, SR, Chen, CH, Lin, YS & Tsai, CC 2012, 'Development and characterization of 20 new polymorphic microsatellite markers from *Mangifera indica* (Anacardiaceae)', *Am. J. Bot.*, pp. e117-e 9.
- Djarwaningsih, T. (2017). Keanekaragaman *Euphorbiaceae* (Jarak-Jarakan) Endemik di Sumatera. *Jurnal Biodjati*, 2 (2).
- Faizal, Mahfudz dan Enny. 2017. Karakteristik Mangga Lokal (*Mangifera* spp.) Melalui Identifikasi Morfologi dan Anatomi Di Kabupaten Donggala dan Kabupaten Sigi. *J. Agroland*, 24 (1), 49-51.
- Fitmawati, Anggi. S, Nery. S dan Herman. 2013. Analisis Kekerabatan Morfologi Mangifera dari Sumatera Tengah. *Floribunda*, 4 (7), 169-174.
- IPGRI. 2006. *Descriptors for Mango (Mangifera indica)*. International Plant Genetic Resources Institute. Rome. 60 p.
- Mulyawanti I, Dewandari KT, dan Yulianingsih. 2010. Effects of freezing and storage periods on characteristics of frozen sliced Arumanis mango. *Ind. J. of Agric*, 3 (1), 32-38.
- Nilasari, A.N, Suwasono H, dan Tatik B. 2013. Identifikasi Keragaman Morfologi Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) Pada Tanaman Hasil Persilangan Antara Varietas Arumanis 143 Dengan Podang Urang Umur 2 Tahun. *Jurnal Produksi Tanaman*, 1 (1), 61-69.
- Pracaya. 2007. *Bertanam Mangga*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Pracaya. 2011. *Bertanam Mangga*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Santoso. 1990. *Salak Pondoh*. Yogyakarta : Kanisius.

Keanekaragaman Lebah dan Tawon di Mangrove Gunung Anyar Surabaya

Silvia Indah Pramesti, Atika Dahlila Fauzi, Nailiz Zakiyah Apriliani

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Email: silviaindahpramesti@gmail.com

Abstrak

Kawasan Hutan Mangrove Gunung Anyar mempunyai kerapatan mangrove yang bisa dikatakan sangat rapat dan kondisinya masih terjaga kealamiannya. Potensi ekologis dan ekonomis yang ada tersebut harus tetap dilestarikan walaupun tempat ini akan dikembangkan menjadi lokasi wisata alam. Penelitian yang bersifat deskriptif eksploratif ini dilakukan pada bulan November 2016. Metode penelitian menggunakan *Visual Encounter Survey (VES)* dimana personil lapangan berjalan pada suatu area atau habitat untuk mencari hewan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keanekaragaman lebah dan tawon di kawasan Gunung Anyar Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan sebelas spesies dari empat famili yaitu spheidae, Apidae, Vespidae, dan Pompilidae. Spesies yang ditemukan antara lain *Sceliphron caementarium*, *Sphex cognatus*, *Apis malifera*, *Apis cerana*, *Sceliphron destillatorium*, *Polistes dorsalis*, *Eumenes smithii*, *Eumenes coarctatus*, *Gorytes quadrifasciatus*, *Pesis mildei*, dan *Gryptocharius sp.*

Kata Kunci:

lebah,
tawon,
Hutan Mangrove
Gunung Anyar,
keanekaragaman

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki biodiversitas tinggi baik flora maupun fauna. Hal ini dipengaruhi oleh ketersediaan energi utama yang diperlukan makhluk hidup yaitu cahaya matahari dan unsur hara yang melimpah sehingga mendukung biodiversitas flora dan fauna di Indonesia. Indonesia dikenal memiliki potensi yang tinggi dalam pengembangan jenis lebah dan tawon asli.

Lebah merupakan sekelompok besar serangga yang dikenal karena hidupnya berkelompok meskipun sebenarnya tidak semua lebah bersifat demikian. Semua lebah masuk dalam suku atau familia Apidae (ordo Hymenoptera: serangga bersayap selaput). Di dunia terdapat kira-kira 20.000 spesies lebah dan dapat ditemukan di setiap benua, kecuali Antartika, sedangkan tawon adalah serangga terbang yang mudah dikenali karena dikenal suka menyengat bila diganggu dan warnanya yang mencolok pada beberapa spesies. Tawon termasuk dalam ordo Hymenoptera yang juga beranggotakan semut dan lebah. Tawon atau tabuhan kadang-kadang dikelirukan sebagai lebah oleh orang awam. Di dunia terdapat sekitar 75.000 spesies tawon yang sudah diketahui manusia dan sebagian besar dari mereka hidup sebagai parasit dengan menaruh telurnya di tubuh hewan lain. Tawon bisa ditemukan di seluruh dunia, kecuali di daerah terlampaui panas dan terlampaui dingin.

Persebaran jenis lebah dan tawon sangat dipengaruhi oleh keadaan iklim di kawasan lebah dan tawon tersebut hidup. Hutan mangrove merupakan salah satu kawasan lebah dan tawon hidup karena ekosistem yang produktif dan merupakan sumber hara untuk perikanan pantai. Mangrove menyokong kehidupan sejumlah besar spesies binatang dengan menyediakan tempat berbiak, berpijah dan makan. Spesies tersebut meliputi berbagai jenis burung, ikan, kerang dan krustasea seperti udang, kepiting (Mastra, 1999). Hutan mangrove sebagai salah satu ekosistem yang unik merupakan sumberdaya alam yang sangat potensial, mendukung hidupnya keanekaragaman flora dan fauna komunitas terestris akuatik yang secara langsung atau tidak langsung berperan penting bagi kelangsungan hidup manusia baik dari segi ekonomi, sosial maupun lingkungan (Dahuri, 2002). Salah satu pemanfaatan ekosistem mangrove di Pantai Timur Surabaya adalah ekowisata mangrove. Surabaya memiliki dua kawasan ekowisata, salah satunya adalah ekowisata Gunung Anyar, kawasan tersebut mempunyai kerapatan mangrove yang bisa dibilang sangat rapat dan kondisinya masih terjaga kealamiannya. Potensi ekologis dan ekonomis yang ada tersebut harus tetap dilestarikan walaupun tempat ini akan dikembangkan menjadi lokasi wisata alam.

Upaya identifikasi keragaman lebah dan tawon di Indonesia perlu ditingkatkan sebagai upaya pencegahan kepunahan varietas jenis lebah dan tawon asli di Indonesia. Penelitian inventarisasi lebah dan tawon di kawasan wisata Mangrove Gunung Anyar Surabaya belum pernah dilakukan, sehingga dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi untuk penelitian lebih lanjut.

METODE

Penelitian ini dilakukan dilapangan Mangrove Gunung Anyar Surabaya. Pelaksanaan praktikum ini dilaksanakan pada bulan November 2016. Objek penelitian ini adalah hewan lebah dan tawon yang ada pada kawasan tersebut.



Gambar 1 : Denah lokasi Mangrove Gunung Anyar Surabaya



Gambar 2 : Lokasi masuk kawasan Mangrove Gunung Anyar Surabaya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Visual Encounter Survey* (VES) dimana personil lapangan berjalan pada suatu area atau habitat untuk mencari hewan. Data yang diambil berupa data primer meliputi spesies hewan, aktivitas, dan lokasi perjumpaan langsung. Setelah data primer didapatkan dari metode tersebut, kemudian spesies hewan diidentifikasi berdasarkan famili sampai spesiesnya sesuai dengan ciri-ciri yang dimiliki hewan tersebut, kemudian spesimen hewan tersebut diawetkan. Penelitian pengambilan spesimen yang akan diawetkan pada pagi hari pukul 06.30 sampai 10.00 WIB.

Sebelum dilakukan penelitian, menyiapkan alat dan bahan untuk kegiatan penelitian lapangan agar penelitian lapangan ini berjalan dengan baik. Bahan utama yang digunakan dalam praktikum ini adalah Formalin 4% ; 200ml, Alkohol 70% ; 1 L, Kloroform.

Alat yang digunakan dalam praktikum ini adalah jaring serangga, penggaris 30 cm, nampan atau wadah lain yang luas, kantung plastik klip (plastik obat), sarung tangan, karet gelang, kertas label secukupnya, alat tulis: buku catatan atau lembar pengamatan, pensil 2B, spidol permanen, kapas, kamera.

Peralatan untuk pembuatan insektarium: amplop koleksi, jarum suntik, jarum pentul, kuas, papan perentang (bisa berupa papan gabus).

Proses Penangkapan Insecta (Tawon dan Lebah)

Pertama-tama siapkan kapas dan kloroform, kemudian kapas dicelupkan ke kloroform jangan terlalu basah dan jauhkan dari hidung, kemudian masukkan ke klip yang telah diberi label untuk tawon dan lebah yang akan diinsektarium. Ketika akan menangkap tawon dan lebah jangan lupa menggunakan sarung tangan dan masker wajah. Lalu siapkan kamera sebagai bukti pengambilan spesimen hewan yang akan diinsektarium.

Untuk menangkap tawon dan lebah, biasanya hinggap di bunga atau biasanya di tempat-tempat lembab, mengambilnya dengan perlahan-lahan menggunakan jaring serangga, setelah

tertangkap di dalam jaring segera dimasukkan ke dalam klip yang didalamnya sudah dimasukkan kloroform untuk membuat tawon atau lebah pingsan.

Proses Pembuatan Insektarium (Tawon dan Lebah)

Setelah mencari dan menangkap spesimen tawon dan lebah yang akan diawetkan, jangan lupa agar tawon dan lebah tetap bagus, dalam arti sayap dan tubuhnya agar tidak kaku maka disuntikkan formalin 4% dibagian abdomen dari tawon atau lebah. Setelah itu siapkan papan gabus untuk tempat ditempelnya spesimen lebah atau tawon, kemudian sematkan tawon dan lebah menggunakan jarum pentul dengan di tata sesuai keinginan. Setelah spesimen di dapatkan, tidak lupa untuk setiap tawon atau lebah diidentifikasi sesuai famili sampai spesiesnya sesuai ciri yang dimiliki berdasarkan buku kunci identifikasi. Setelah selesai mengidentifikasi, tawon dan lebah diawetkan dengan ditata sesuai masing-masing keinginan dan sesuai masing-masing famili dari setiap spesimen lebah atau tawon.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, diperoleh 2 jenis lebah dan 9 jenis tawon yang terdiri dari empat famili yaitu Sphecidae, Apidae, Pompilidae, dan Vespidae, serta delapan genus yaitu *Sceliphron*, *Spex*, *Apis*, *Polistes*, *Gorytes*, *Pesis*, *Gryptochalus*, dan *Eumenes*. (Tabel 1).

Tabel 1. Spesies Lebah dan Tawon di Gunung Anyar Surabaya.

No	Ordo	Famili	Genus	Spesies	Jumlah
1.	Hymenoptera	Sphecidae	<i>Sceliphron</i>	<i>Sceliphron caementarium</i>	2
2.	Hymenoptera	Sphecidae	<i>Sphex</i>	<i>Sphex cognatus</i>	1
3.	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis</i>	<i>Apis malifera</i>	1
4.	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis</i>	<i>Apis cerana</i>	1
5.	Hymenoptera	Sphecidae	<i>Sceliphron</i>	<i>Sceliphron destillatorium</i>	1
6.	Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes</i>	<i>Polistes dorsalis</i>	3
7.	Hymenoptera	Vespidae	<i>Eumenes</i>	<i>Eumenes smithii</i>	7
8.	Hymenoptera	Vespidae	<i>Eumenes</i>	<i>Eumenes coarctatus</i>	3
9.	Hymenoptera	Sphecoidea	<i>Gorytes</i>	<i>Gorytes quadrifasciatus</i>	1
10.	Hymenoptera	Pompilidae	<i>Pesis</i>	<i>Pesis mildei</i>	8
11.	Hymenoptera	Pompilidae	<i>Gryptochalus</i>	<i>Gryptochalus sp.</i>	1

Dari data di atas, diketahui ordo Hymenoptera yang sering dijumpai adalah tawon jenis *Pesis mildei* dengan jumlah 8 spesies. Jumlah spesies lebah dan tawon yang terdapat di kawasan Mangrove Gunung Anyar Surabaya memiliki tipe habitat yang didukung oleh tanaman di dalam kawasan. Kondisi hutan yang ada dengan berbagai macam tumbuhan

menjadi faktor penting dalam menentukan tinggi atau rendahnya jumlah spesies tersebut. Pelestarian habitat dengan perbanyak tanaman inang tawon dan lebah serta pelarangan penebangan vegetasi yang ada merupakan bagian dari habitat pakan dan berlindung dari spesies lebah dan tawon.

Beberapa macam spesies yang ditemukan merupakan adanya keanekaragaman jenis di lokasi tersebut. Keanekaragaman jenis adalah berbagai macam bentuk kehidupan dalam perenang ekologi yang dimiliki dan keanekaragaman plasma nutfah yang terkandung. Keanekaragaman jenis yang terkandung meliputi berbagai variasi, seperti bentuk, jumlah, dan sifat yang tampak pada tingkatan ekosistem, tingkatan jenis, dan tingkatan genetika (Arifin, 1996). Keanekaragaman spesies lebah dan tawon di kawasan Hutan Mangrove Gunung Anyar Surabaya dapat diketahui sebagai berikut:

Tabel 2. Keanekaragaman Spesies Lebah dan Tawon pada kawasan Mangrove Gunung Anyar Surabaya.

No	Nama Spesies	Ni	Ni-1	Ni(Ni-1)
1.	<i>Sceliphron caementarium</i>	2	1	2
2.	<i>Sphex cognatus</i>	1	0	0
3.	<i>Apis malifera</i>	1	0	0
4.	<i>Apis cerana</i>	1	0	0
5.	<i>Sceliphron destillatorium</i>	1	0	0
6.	<i>Polistes dorsalis</i>	3	2	6
7.	<i>Eumenes smithii</i>	7	6	42
8.	<i>Eumenes coarctatus</i>	3	2	6
9.	<i>Gorytes quadrifasciatus</i>	1	0	0
10.	<i>Pesis mildei</i>	8	7	56
11.	<i>Gryptochalus sp.</i>	1	0	0
Jumlah		29	18	112

Tabel 3. Kategori Indeks Keanekaragaman

No.	Lokasi Penelitian	Indeks Keanekaragaman	Kategori
1.	Mangrove Gunung Anyar Surabaya	$\geq 0,75$ $\leq 0,25$	Tinggi Rendah

Untuk menghitung indeks keanekaragaman tawon dan lebah di kawasan Mangrove Gunung Anyar Surabaya digunakan persamaan sebagai berikut;

$$\delta = \frac{\sum Ni(Ni - 1)}{Ni(Ni - 1)}$$

$$\delta = \frac{112}{522}$$

$$\delta = 0,21$$

$$Ds = 1 - 0,21 = \mathbf{0,79}$$

Berdasarkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman tawon dan lebah di atas, dapat diketahui bahwa tingkat keanekaragaman lebah dan tawon di kawasan Mangrove Gunung

Anyar Surabaya adalah tinggi, yaitu 0,79. Karena menurut kategori indeks keanekaragaman Simpson (Tabel 3), keanekaragaman dikatakan tinggi apabila nilai indeks keanekaragaman mendekati 1, dan dikatakan rendah apabila nilai indeks keanekaragaman mendekati 0. Dan dapat dilihat dari tabel diatas nilai hasil perhitungan indeks keanekaragaman tawon dan lebah dengan nilai $\delta = 0,25$ kategori rendah karena nilai indeksnya mendekati 0, sedangkan pada indeks keragaman tawon dan lebah dengan nilai $D_s = 0,75$ kategori tinggi karena nilai indeks keragamannya mendekati 1.

SIMPULAN

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan berbagai spesies Tawon dan Lebah yang ditemukan di Mangrove Gunung Anyar Surabaya terdapat empat famili, yaitu Sphecidae, Apidae, Pompilidae, dan Vespidae. Terdapat delapan genus, yaitu *Sceliphron*, *Spex*, *Apis*, *Polistes*, *Gorytes*, *Pesis*, *Gryptochalus*, dan *Eumenes*. Terdapat sebelas spesies, yaitu *Sceliphron caementarium*, *Sphex cognatus*, *Apis malifera*, *Apis cerana*, *Sceliphron destillatorium*, *Polistes dorsalis*, *Eumenes smithii*, *Eumenes coarctatus*, *Gorytes quadrifasciatus*, *Pesis mildei*, dan *Gryptochalus sp.*. Berdasarkan pengamatan yang telah dilaksanakan Famili Sphecidae genus yang ditemukan yaitu *Sceliphron*, *Sphex*, dan *Gorytes*. Famili Apidae genus yang ditemukan yaitu *Apis*. Famili Vespidae genus yang ditemukan yaitu *Polistes* dan *Eumenes*. Serta Famili Pompilidae genus yang ditemukan yaitu, *Pesis* dan *Gryptochalus*. Dari masing-masing genus tersebut terdapat genus *Sceliphron* ditemukan spesies seperti *Sceliphron caementarium*, *Sceliphron destillatorium*. Pada genus *Sphex* ditemukan spesies seperti *Sphex cognatus*. Pada genus *Apis* ditemukan spesies seperti *Apis malifera* dan *Apis cerana*. Pada genus *Polistes* ditemukan spesies seperti *Polistes dorsalis*. Pada genus *Eumenes* ditemukan spesies seperti *Eumenes smithii* dan *Eumenes coarctatus*. Pada genus *Gorytes* ditemukan spesies seperti *Gorytes quadrifasciatus*. Pada genus *Pesis* ditemukan spesies *Pesis mildei* dan genus *Gryptochalus* ditemukan *Gryptochalus sp.* Berdasarkan hasil observasi juga diperoleh hasil perhitungan indeks keanekaragaman tawon dan lebah sebesar 0,79, sehingga berdasarkan kategori indeks keanekaragaman Simpson dapat diketahui bahwa tingkat keanekaragaman lebah dan tawon di kawasan Mangrove Gunung Anyar Surabaya adalah tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu demi kelancaran observasi penelitian keanekaragaman lebah dan tawon di Mangrove Gunung Anyar Surabaya. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada tim dosen sistematika hewan Jurusan Biologi UNESA, Ibu Reni dan Ibu Ulfi.

DAFTAR RUJUKAN

- Arifin Imron. 1996. *Penelitian Kualitatif: Dalam Ilmu-ilmu Sosial dan Keagamaan*. Malang: Kalimasada Press.
- Dahuri R, J Rais, S P Ginting & M.J Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Mastra R. 1999. Penggunaan Citra Untuk Memantau Perubahan dan Kerusakan Kawasan Pantai, [online]. [http://www.sim.nilim.go.jp, diakses pada 01 Desember 2016].

Pengaruh Fitotoksis Ekstrak Daun *Calopogonium mucunoides* Desv. terhadap Gulma *Borreria alata* (Aublet) DC dan *Paspalum conjugatum* Berg.

Siti Fatonah¹, Fetmi Silvina², Dyah Iriani¹, Apriyana Sihombing¹, Khairiyati¹

¹ Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Riau

² Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Email: fath0104@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fitotoksis dari ekstrak daun *Calopogonium mucunoides* terhadap perkecambahan dan pertumbuhan gulma *Borreria alata* (Aublet) DC dan *Paspalum conjugatum* Berg. Percobaan dirancang secara acak kelompok, terdiri dari perlakuan ekstrak dengan konsentrasi 0%, 2%, 6%, 18% dan 54%. Penyemprotan ekstrak dilakukan pada saat penanaman biji setiap tiga hari selama empat minggu. Ekstrak disemprotkan mulai saat penanaman biji, permukaan tanaman dan tanah secara merata. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan ekstrak *Calopogonium mucunoides* dapat menghambat perkecambahan dan pertumbuhan, serta meningkatkan persentase kematian gulma *Borreria alata* dan *Paspalum conjugatum*. Penghambatan perkecambahan dan pertumbuhan serta persentase kematian tertinggi dari gulma *Borreria alata* dan *Paspalum conjugatum* didapatkan pada perlakuan konsentrasi 54% ekstrak *Calopogonium mucunoides*. Efektifitas penghambatan perkecambahan dan pertumbuhan masing-masing mencapai 58 dan 92% untuk gulma *B. alata* dan 51 dan 88% untuk gulma *P. conjugatum*). Persentase kematian anakan gulma mencapai 34% pada gulma *B. alata* dan 45,2% pada gulma *P. Conjugatum*.

Kata Kunci:

Calopogonium mucunoides, fitotoksis, ekstrak daun, gulma, *Borreria alata*, *Paspalum conjugatum*

PENDAHULUAN

Gulma merupakan salah satu kendala di lahan tanaman budidaya yang mengakibatkan penurunan hasil 20 hingga 80 %. Gulma juga berdampak terhadap peningkatan biaya produksi tanaman, sebagai inang hama dan penyakit, berpengaruh terhadap penurunan lahan produktif dan penurunan kandungan hara dalam tanah (Sukman & Yakup, 2002; Sit et al., 2007; Bokan, 2009). Pengendalian gulma yang lebih praktis dan efektif adalah menggunakan herbisida. Namun demikian, pengendalian gulma menggunakan herbisida dapat mengakibatkan resistensi gulma, merusak lingkungan dan berdampak negatif bagi kesehatan manusia. Salah satu alternatif untuk menghindari penggunaan herbisida adalah menggunakan herbisida organik. Herbisida organik komersial yang ada saat ini umumnya sangat mahal. Herbisida organik komersial antara lain Weed Pharm, C-Cide, GreenMatch, Matrateg, WeedZap, dan GreenMatch EX merupakan produk impor dengan bahan aktif dari tumbuhan (Lanini, 2011). Oleh karena itu perlu alternatif lain penggunaan herbisida organik non

komersial. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dengan biaya murah antara lain dengan memanfaatkan tumbuhan yang keberadaannya cukup melimpah. Beberapa tumbuhan yang termasuk famili Leguminoceae (legum) diketahui dapat menghasilkan senyawa alelopat, antara lain berupa flavonoid, alkaloid, tanin and terpenoid. Diantara tumbuhan legum yang pertumbuhannya cukup melimpah antara lain *Calopogonium mucunoides* yang mengandung flavonoid, alkaloid, tanin and terpenoid (Enechi et al., 2014). Tumbuhan ini termasuk legum penutup tanah yang biasa ditanam di lahan perkebunan, banyak tumbuh liar di berbagai lahan pertanian, lahan kosong, dan di pinggir jalan. Karena pertumbuhannya yang cukup pesat, maka harus sering dilakukan pemangkasan. Hasil pemangkasan ini dapat dibuat ekstrak kasar untuk dijadikan herbisida organik. raikan secara secara sistematis dan logis pentingnya penelitian ini. pada bagian ini juga diperkenankan untuk menyampaikan kajian teori secara ringkas untuk mendukung urgensi penelitian yang dilakukan.

Pada sistem pertanian organik, salah satu upaya untuk mengurangi populasi gulma adalah dengan penghambatan perkecambahan biji gulma. Alelokimia dari ekstrak tumbuhan dapat digunakan untuk mencegah biji gulma berkecambah karena pengaruhnya terhadap kerusakan biji maupun penghambatan perkecambahan. Beberapa penelitian mengenai pemanfaatan ekstrak tumbuhan menunjukkan adanya kemampuan alelopati yang menghambat perkecambahan dan pertumbuhan gulma. Uji biologi ekstrak daun tanaman fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) dengan konsentrasi 32 % mampu menghambat perkecambahan (tidak terjadi perkecambahan) gulma *Amaranthus retroflexus*, pada konsentrasi 8% terjadi penurunan perkecambahan sebesar 69% (Azizi et al., 2011). Pemberian ekstrak daun beberapa tanaman legum mampu menghambat perkecambahan gulma biji *Hordeum spontaneum*. *Vigna unguiculata* mampu menurunkan perkecambahan sebesar 35%, *Vigna radiate* sebesar 30%, *Phaseolus* sp. sebesar 32% (Miri, 2011). Ekstrak tanaman legume *Crotalaria juncea*, *Vigna unguiculata* dan *Mucuna demeringiana* dengan konsentrasi 10% mampu menurunkan perkecambahan gulma *Eleusine indica* dan *Amaranthus lividus*. Pemberian ekstrak *V. unguiculata* menurunkan perkecambahan *E. indica* sebesar 69% dan *A. lividus* sebesar 66%, ekstrak *C. Juncea* menurunkan perkecambahan sebesar 66% dan 63%, ekstrak *M. deeringiana* menurunkan perkecambahan sebesar 62% dan 64% (Adler et. Al, 2007). Ekstrak daun *Blepharocalyx salicifolius*, *Myrcia multiflora*, *Myrcia splendens* menyebabkan keterlambatan perkecambahan biji dan menghambat pertumbuhan anakan gulma *Euphorbia heterophylla*, *Echinochloa crus-galli* dan *Ipomoea grandifolia* (Imatomi et al., 2015).

Herbisida organik umumnya lebih efektif pada gulma anakan dari pada gulma dewasa. Untuk mengetahui pengaruh fitotoksis dari ekstrak daun *Calopogonium mucunoides* maka perlu diujikan terhadap perkecambahan dan pertumbuhan anakan gulma berdaun lebar dan berdaun sempit yang mendominasi di berbagai lahan pertanian, antara lain *Borreria alata* dan *Paspalum conjugatum*. Gulma *Borreria alata* dan *Paspalum conjugatum* masing-masing termasuk gulma berdaun lebar dan gulma berdaun sempit yang dominan di perkebunan kelapa sawit Kampar Riau (Fatonah dan Herman, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fitotoksis dari ekstrak daun *Calopogonium mucunoides* terhadap perkecambahan dan pertumbuhan gulma *Borreria alata* (Aublet) DC dan *Paspalum conjugatum* Berg.

METODE

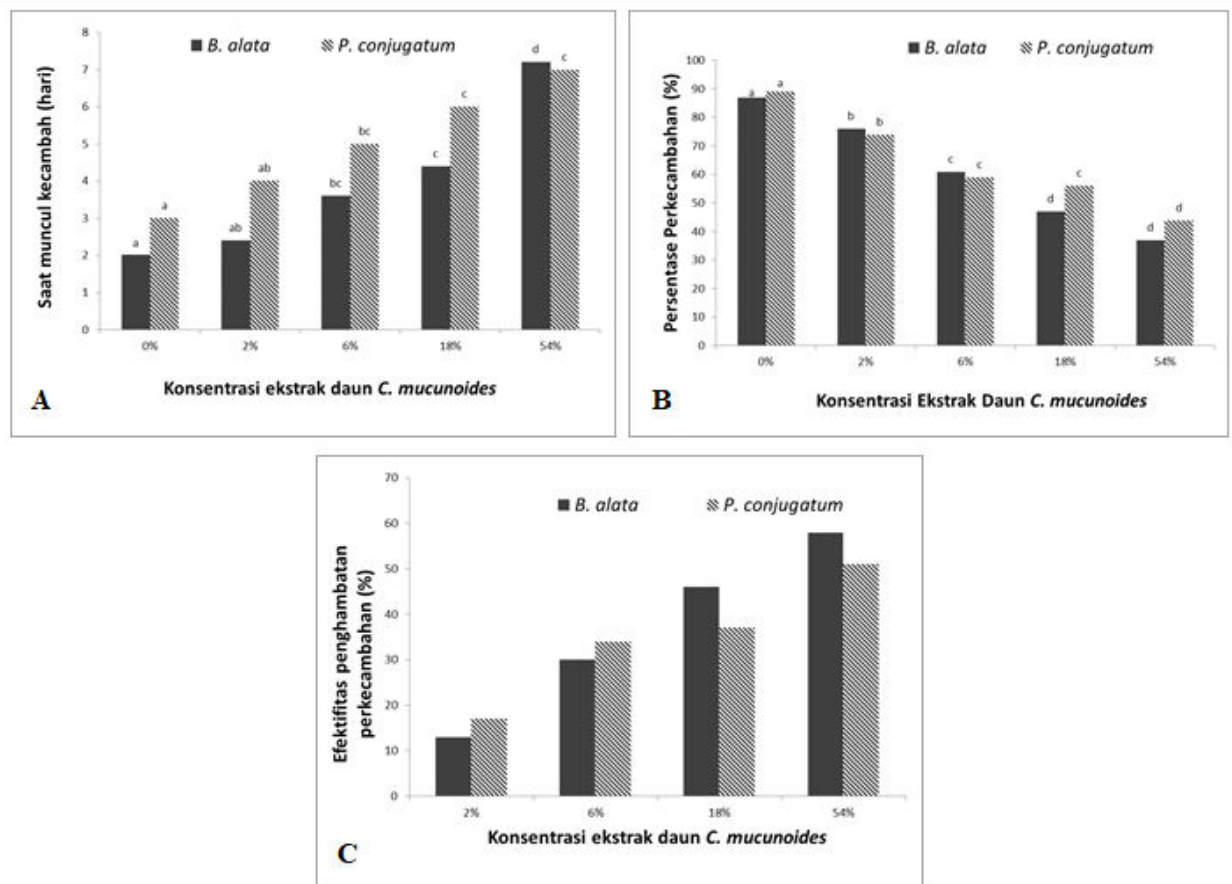
Penelitian dilaksanakan di Kebun Biologi dan Laboratorium Botani Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau. Penelitian dilakukan pada polibag yang disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Perlakuan konsentrasi ekstrak *C. mucunoides* terdiri dari 5 taraf, yaitu: K0: 0 % ekstrak (kontrol), K1: 2 % ekstrak (20 g/L), K2: 6 % ekstrak (60 g/L), K3: 18 % ekstrak (180 g/L), K4: 54 % ekstrak (540 g/L). Pengulangan sebanyak 5 kali, masing-masing diujikan pada gulma *Borreria alata* dan *Paspalum conjugatum* sehingga terdapat 50 satuan percobaan. Ekstrak berasal dari daun yang dikeringkan, diekstraksi dan dilarutkan dalam air. Biji *Borreria alata* disebar secara merata di atas permukaan tanah sebanyak 20 biji per polibag. Perlakuan ekstrak diberikan 3 hari sekali selama 4 minggu, dimulai saat penanaman. Pengamatan dilakukan sampai akhir minggu keempat.

Peubah yang diamati adalah perkecambahan (waktu munculnya kecambah, persentase perkecambahan, penghambatan perkecambahan), pertumbuhan anakan gulma (berat basah (g), panjang akar (cm), tinggi tanaman (cm), jumlah daun), penghambatan pertumbuhan dan persentase kematian anakan gulma). Data dianalisis menggunakan *Analysis Of Variance* (ANOVA). Apabila hasil ANOVA menunjukkan adanya pengaruh nyata, maka diuji lanjut dengan menggunakan Duncan's Multi Range Test (DMRT) pada taraf 5 %. Tuliskan bagaimana penelitian dilaksanakan. Deskripsinya meliputi alat, bahan/ instrumen, dan prosedur kerja yang digunakan untuk mengambil data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh fitotoksis ekstrak daun *C. mucunoides* terhadap perkecambahan

Pengaruh fitotoksis ekstrak daun *C. mucunoides* ditunjukkan dengan pengaruhnya terhadap saat muncul kecambah, persentase perkecambahan dan efektifitas ekstrak dalam menghambat perkecambahan (persentase penurunan perkecambahan dibandingkan dengan perlakuan kontrol). Perlakuan konsentrasi ekstrak daun *C. mucunoides* berpengaruh nyata terhadap perkecambahan *B. alata* dan *P. conjugatum*. Pengaruh fitotoksis ekstrak daun *C. mucunoides* terhadap perkecambahan *B. alata* dan *P. conjugatum* ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh ekstrak daun *C. mucunoides* terhadap perkecambahan Biji *B. alata* dan *P. conjugatum*: A) saat muncul kecambah, B) persentase perkecambahan, D) penghambatan perkecambahan.

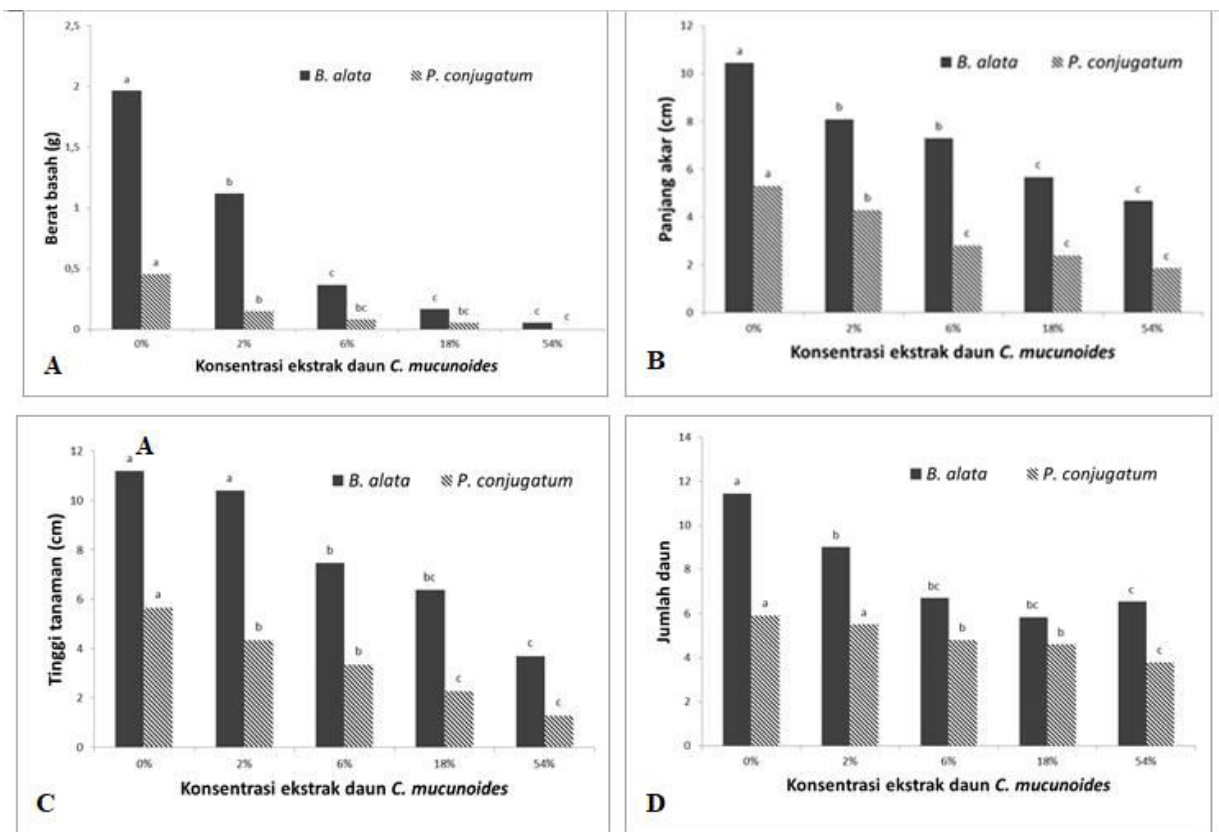
Pemberian ekstrak daun *C. mucunoides* memperlambat waktu munculnya kecambah dan menurunkan persentase perkecambahan baik pada gulma *B. alata* maupun *P. conjugatum*. Penghambatan waktu muncul kecambah dan persentase perkecambahan mulai konsentrasi 2% ekstrak. Waktu muncul kecambah paling lama (sekitar 7 hari) dan persentase perkecambahan paling rendah (37% pada *B. alata* dan 44% pada *P. conjugatum*) terjadi pada pemberian ekstrak 54%. Efektifitas ekstrak dalam penghambatan perkecambahan mencapai 13 sampai 58%). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun, penurunan perkecambahan semakin tinggi. Penurunan persentase perkecambahan tertinggi pada 54% ekstrak, dengan penurunan perkecambahan mencapai 58% pada gulma *B. alata* dan 51% pada gulma *P. Conjugatum*. Respon perkecambahan dari kedua jenis gulma tersebut hampir sama. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak daun *Calopogonium mucunoides* menunjukkan kemampuan yang sama dalam menghambat perkecambahan gulma berdaun lebar *B. alata* maupun *P. Conjugatum*, dan sensitifitas kedua gulma tersebut hampir sama.

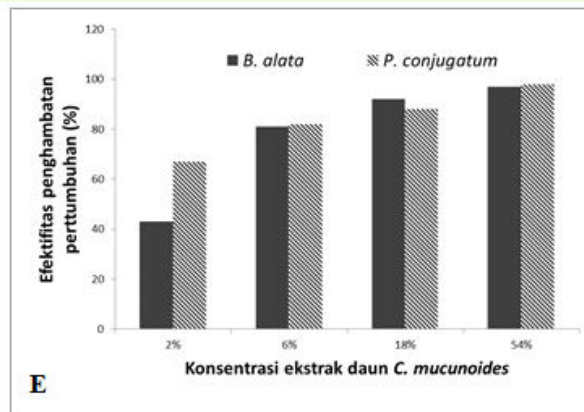
Calopogonium mucunoides termasuk tanaman legum yang mengandung berbagai senyawa flavonoid alkaloid, tanin and terpenoid (Ndemangou, et al., 2012; Enechi et al., 2014). Adanya fitotoksis dari senyawa-senyawa tersebut dapat mempengaruhi berbagai proses fisiologi pada tumbuhan. Proses-proses fisiologi yang terjadi selama perkecambahan biji yaitu imbibisi, respirasi, serta pertumbuhan embrio

dan anakan (Bewley and Back, 1994). Flavonoid menghambat proses-proses fisiologi selama perkecambahan karena pengaruh flavonoid yang menghambat penyerapan air dan hara, pembelahan sel, respirasi, mengubah aktivitas dan fungsi berbagai enzim, serta menghambat sintesis protein dan hormon tumbuh (Zhao-Hui Li, et al., 2010).

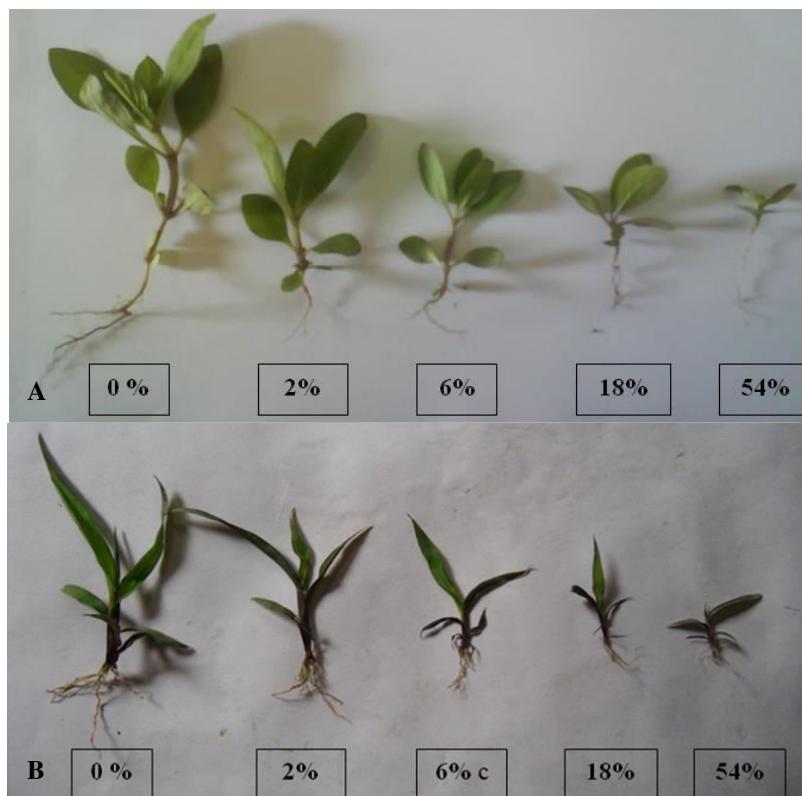
Pengaruh fitotoksis ekstrak daun *C. mucunoides* terhadap pertumbuhan

Pengaruh fitotoksis ekstrak daun *C. mucunoides* juga ditunjukkan dengan pengaruhnya terhadap pertumbuhan *B. alata* dan *P. conjugatum*. Perlakuan konsentrasi ekstrak daun *Calopogonium mucunoides* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan anakan gulma *Borreria alata* dan *Paspalum conjugatum*. Pengaruh fitotoksis ekstrak daun *C. mucunoides* terhadap pertumbuhan anakan gulma dan efektifitasnya dalam menghambat pertumbuhan (persentase penurunan dibandingkan dibandingkan dengan kontro)l terlihat pada gambar 2. Pertumbuhan anakan *Borreria alata* dan *Paspalum conjugatum* dapat dilihat pada gambar 3 .





Gambar 2. Pengaruh ekstrak daun *C. mucunoides* terhadap pertumbuhan anakan gulma *B. alata* dan *P. conjugatum*: A) tinggi tanaman, B) panjang akar, D) jumlah daun, E) efektifitas penghambatan pertumbuhan.



Gambar 3. Pertumbuhan anakan gulma setelah perlakuan berbagai konsentrasi ekstrak daun *C. mucunoides*: A) *B. alata* dan B) *P. conjugatum*

Penghambatan pertumbuhan mulai terjadi pada perlakuan ekstrak dengan konsentrasi ekstrak yang paling rendah (2%). Semakin meningkat konsentrasi ekstrak, maka pertumbuhan gulma *Borreria alata* dan *Paspalum conjugatum* semakin menurun, sebagaimana terlihat pada gambar 2 dan 3. Penghambatan pertumbuhan tertinggi terjadi pada perlakuan 54 % (efektifitas penghambatan mencapai 97% untuk gulma *B. alata* dan 98% untuk gulma *Paspalum conjugatum*), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 18% (penurunan mencapai 92% untuk gulma *B. alata* dan 88%

untuk gulma *P. conjugatum*, gambar 2E). Gambar 3A dan 3B menunjukkan ukuran anakan gulma yang *B. alata* dan *P. conjugatum* yang sangat kecil pada perlakuan 54% ekstrak daun *C. mucunoides* yang jauh lebih kecil dibandingkan anakan pada perlakuan control, namun tidak jauh berbeda dengan perlakuan 18% ekstrak. Hasil ini menunjukkan, ekstrak daun *C. mucunoides* sangat menghambat pertumbuhan anakan gulma *Borreria alata*. Perlakuan ekstrak 54% sangat efektif menghambat pertumbuhan anakan gulma, namun konsentrasi ini dalam aplikasinya kurang efektif karena membutuhkan tanaman dalam jumlah banyak dan aplikasinya melalui penyemprotan sulit karena terlalu kental. Maka untuk aplikasinya lebih efektif dan efisien apabila menggunakan konsentrasi yang lebih rendah yaitu 18% (dengan efektifitas penghambatan mencapai 92% untuk gulma *B. alata* dan 88% untuk gulma *P. conjugatum*). Pengaruh penghambatan ekstrak daun *C. mucunoides* terhadap pertumbuhan anakan *Borreria alata* dan *Paspalum conjugatum* menunjukkan penghambatan yang hampir sama. Ini menunjukkan, ekstrak tersebut mempunyai efektivitas yang sama dalam menghambat pertumbuhan gulma berdaun lebar (*Borreria alata*) dan gulma berdaun sempit (*Paspalum conjugatum*).

Ekstrak daun *C. mucunoides* menghambat pertumbuhan anakan gulma *B. alata* dan *P. conjugatum* karena pengaruhnya secara tak langsung dan secara langsung. Pengaruhnya secara tak langsung melalui pengaruh ekstrak terhadap perkecambah yaitu menunda waktu munculnya kecambah (gambar 1). Perlakuan ekstrak *C. mucunoides* memperlambat waktu munculnya kecambah, maka kecambah yang muncul lebih lambat juga akan tumbuh lebih lambat. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, saat munculnya kecambah lebih lambat pertumbuhannya juga menunjukkan lebih lambat.

Ekstrak daun *C. mucunoides* kemungkinan juga mampu menghambat pertumbuhan anakan gulma *B. alata* dan *P. conjugatum* secara langsung. Ini karena *C. mucunoides* mengandung alelokimia terutama senyawa flavonoid yaitu berbagai isoflavonoid (Ndemangou et al., 2012) yang berpengaruh fitotoksis. Alelokimia umumnya menghambat pertumbuhan melalui pengaruhnya terhadap berbagai proses fisiologi, antara lain pembelahan sel, differensiasi sel, penyerapan air dan hara, cekaman air, metabolisme fitohormon, respirasi, fotosintesis, fungsi enzim, serta ekspresi gen (Khalaj, 2013). Hambatan berbagai proses fisiologi tersebut mengakibatkan pertumbuhan anakan gulma terhambat.

Persentase Kematian Anakan Gulma

Adanya peningkatan persentase kematian anakan gulma juga menunjukkan pengaruh fitotoksis dari ekstrak daun *C. mucunoides*. Perlakuan konsentrasi ekstrak daun *C. mucunoides* berpengaruh nyata terhadap persentase kematian anakan gulma *B. alata* dan *P. conjugatum* (gambar 4).

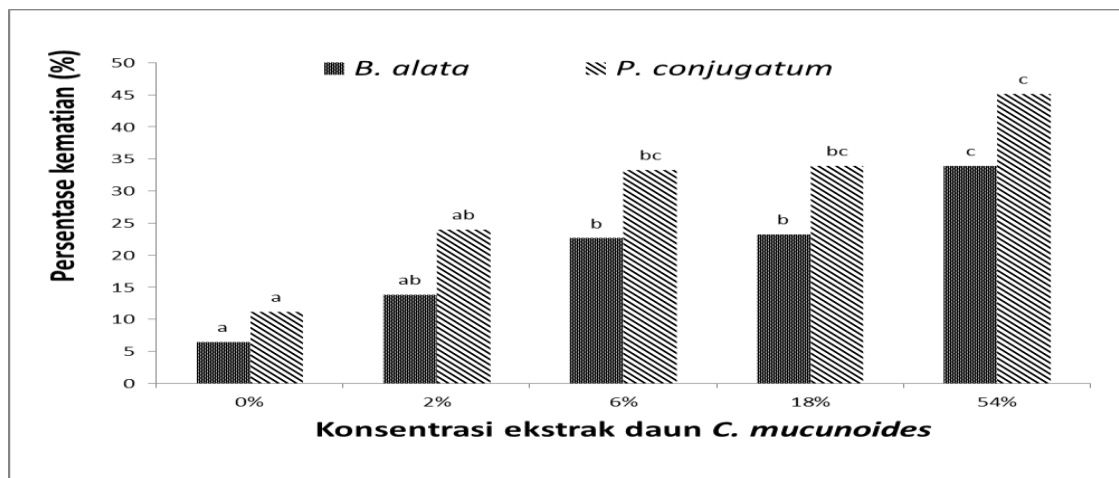
Peningkatan kematian anakan gulma *B. alata* dan *P. conjugatum* secara nyata mulai terjadi pada perlakuan 6% ekstrak *C. mucunoides*. Kematian anakan gulma paling tinggi pada perlakuan ekstrak 54%. Fitotoksis alelokimia dapat mempengaruhi permeabilitas membran sel, kerusakan DNA dan protein, sehingga terjadi kerusakan sel yang mengakibatkan kematian sel (Weir, et al., 2004).

Sebelum terjadi kematian, terjadi gejala kerusakan berupa daun menguning, layu, nekrosis, dan kemudian mati. Gejala kerusakan ini terjadi karena fitoksisitas alelokimia yang mengganggu proses fisiologi antara lain penyerapan air dan hara, cekaman air, metabolisme fitohormon, respirasi, fotosintesis, fungsi enzim, serta ekspresi gen (Khalaj, 2013).

Konsentrasi yang paling efektif menghambat perkecambahan, pertumbuhan dan kematian anakan gulma *B. alata* dan gulma *P. conjugatum* adalah 54% ekstrak *Calopogonium mucunoides*. Namun konsentrasi ini terlalu pekat, sehingga sulit untuk diaplikasikan. Selain itu, konsentrasi yang terlalu tinggi ini membutuhkan bahan tanaman dalam jumlah banyak. Oleh karena itu untuk aplikasinya sebaiknya menggunakan konsentrasi yang lebih rendah, antara lain konsentrasi 18%. Konsentrasi ekstrak 18% ini hanya efektif untuk menghambat perkecambahan dan pertumbuhan anakan gulma (masing-masing mencapai 58 dan 92% untuk gulma *B. alata* dan 51 dan 88% untuk gulma *P. conjugatum*), namun kurang efektif untuk meningkatkan kematian anakan gulma karena belum mencapai 50% meningkatkan kematian anakan gulma (34% pada gulma *B. alata* dan 45,2% pada gulma *P. Conjugatum*). Untuk meningkatkan efektivitasnya, kemungkinan dapat dilakukan dengan mengkombinasikan ekstrak tumbuhan lain yang mengandung berbagai alelokimia.

SIMPULAN

Perlakuan ekstrak *Calopogonium mucunoides* dapat menghambat perkecambahan dan pertumbuhan, serta meningkatkan persentase kematian gulma *Borreria alata* dan *Paspalum conjugatum*. Penghambatan perkecambahan dan pertumbuhan serta persentase kematian anakan gulma *B alata* dan *P conjugatum* tertinggi pada konsentrasi 54% ekstrak *C mucunoides*. Efektifitas penghambatan perkecambahan mencapai 58% pada gulma *B. Alata* dan 51% pada gulma *P. Conjugatum*. Efektifitas penghambatan pertumbuhan mencapai 92% untuk gulma *B. alata* dan 88% untuk gulma *P. Conjugatum*. Persentase kematian anakan gulma mencapai 34% pada gulma *B. alata* dan 45,2% pada gulma *P. Conjugatum*.



Gambar 4. Pengaruh ekstrak daun *C. mucunoides* terhadap persentase kematian gulma *B. alata* dan *P. conjugatum*

DAFTAR RUJUKAN

- Adler MJ. & Chase. 2007. Comparison of the Allelopathic Potential of Leguminous Summer Cover Crops: Cowpea, Sunn Hemp, and Velvetbean. *Hortscience*, 42(2), 289–293.
- Azizi G., Kondori MJ, Siah-Marguee A & Alimoradi L. 2011. Bioassay study of fenugreek extract's allelopathic effects on the germination and growth of several crops and weeds. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 3(10), 229-239.
- Bewley, J.D. and M. Back. 1994. *Seeds. Physiology of Development and Germination*. Second Ed. Plenum Press. New York and London.
- Bokan, S., 2009. *The Impact of Weeds*. Colorado State University.
- Enechi OC, Odo CE and Okafor C. 2014. Assessment of the anti-ulcer action of the leaves of calopo (*Calopogonium mucunoides* Desv) in Wistar rats. *Journal of Pharmacy Research* 8(1),24-27.
- Fatonah S & Herman, 2011. *Komposisi Floristik Gulma Di Perkebunan Kelapa Sawit Yang Berbeda Umur Tegakan Dan Metode Pengendaliannya Di Desa Tambang, Kampar*. Semirata BKS PTN Barat Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Imatomi M, Novaes P, Miranda MAFM & Gualtieri SCJ. 2015. Phytotoxic effects of aqueous leaf extracts of four Myrtaceae species on three weeds. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 37(2), 241-248.
- Khalaj MA, Amiri M & Azimi MH. 2013. Allelopathy: physiological and Sustainable Agriculture Important Aspects. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (5), 950-962.
- Lanini WT. 2011. *Optimizing Organic Herbicide Activity*. University of California
- Ndemangou B, Tedjon Sielinou V, Vardamides JC, Shaiq Ali M, Lateef M, Iqbal L, Afza N, & Nkengfack AE. 2012. Urease inhibitory isoflavonoids from different parts of *Calopogonium mucunoides* (Fabaceae). *J Enzyme Inhib Med Chem*.
- Sit AK, Bhattacharya M, Sarkari B & Arunachalam V. 2007. Weed floristic composition in palm gardens in Plains of Easter Himalayan region of West Bengal. *Current Science*, 92(10), 1434 – 1439.
- Sukman, Y & Yakup. 2002. *Gulma dan Teknik Pengendaliannya*. Jakarta : PT Grafindo Persada.
- Weir, T.L., S. Park and J.M. Vivanco, 2004. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Current Opinion in Plant Biology* 7:472–479
- Zhao-Hui Li, Qiang Wang, Xiao Ruan, Cun-De Pan and De-An Jiang, 2010. Review Phenolics and Plant Allelopathy. *Molecules*, 15, 8933-8952.

Isolasi Bakteri Endofit dari Batang Karet (*Hevea brasiliensis*) dan Potensinya dalam Menekan Pertumbuhan *Rigidoporus microporus* dalam Medium Fermentasi

Tetty Marta Linda¹, Bunga Philia Suci Pratiwi¹, Windi Dona², Atria Martina¹, Wahyu Lestari¹, Hapsoh²

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau

²Prodi Agronomi Fakultas pertanian Universitas Riau

Email: tetty.martalinda@gmail.com

Abstrak

Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman seperti akar, batang dan daun tanpa membahayakan inangnya. Penelitian ini bertujuan mengisolasi bakteri endofit dari jaringan batang tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) dan mengetahui kemampuannya dalam menekan pertumbuhan jamur patogen *Rigidoporus microporus* dalam medium fermentasi. Hasil isolasi diperoleh 16 isolat bakteri. Skrining daya hambat isolat bakteri endofit terhadap *R. microporus* diperoleh 3 isolat potensial yaitu: isolat B14, isolat B 46 dan isolat B49. Persentase daya hambat masing-masing isolate bakteri endofit adalah isolat B49: 82.47%, isolat B46: 18.56% dan isolat B14: 8.76% terhadap pertumbuhan *R. microporus*. Ke tiga bakteri endofit lokal ini dapat dikembangkan sebagai biokontrol pada tanaman karet.

Kata Kunci:

batang,
bakteri endofit,
Rigidoporus microporus,
tanaman karet

PENDAHULUAN

Bakteri endofit dapat ditemui pada bagian tanaman seperti akar, batang, daun, bunga, buah dan biji. Berbagai penelitian menunjukkan peran penting dari endofit, yaitu mengurangi kerusakan penyakit (Resti *et al.* 2013), meningkatkan penyerapan mineral oleh tanaman (Mallinowski *et al.* 2000), meningkatkan pertumbuhan tanaman (Hidayati *et al.* 2014), toleransi terhadap NaCl (Gayathri 2013) dan mempengaruhi mekanisme pertahanan tumbuhan karena memiliki senyawa antibakteri dan senyawa metabolit sekunder (Pratiwi 2015).

Salah satu metabolit bakteri endofit yang potensial yaitu produksi antifungal untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen. Beberapa bakteri endofit yang berhasil diisolasi di antaranya dari pisang yaitu *Micrococcus endophyticus*, *Bacillus safensis* dan *Pseudomonas aeruginosa* yang mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp.cubense (Sekhar & Tomas 2015). Abila *et al.* (2015) juga berhasil mengisolasi bakteri endofit dari *Mentha rotundifolia* L. yang memiliki kemampuan antagonis terhadap *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus niger* dan *Botrytis cinerea*.

Salah satu penyakit yang menyerang tanaman karet adalah penyakit jamur akar putih (JAP) yang disebabkan oleh *Rigidoporus microporus* (Situmorang & Budiman 2003). Serangan penyakit ini mengakibatkan kematian pada tanaman dan menginfeksi tanaman karet lainnya

(Siagian 2015). *R. microporus* menyerang akar karet dengan mengeluarkan enzim ekstraseluler yang dapat merusak akar tanaman dan masuk melalui luka pada akar tersebut ke jaringan tanaman karet. Eksplorasi mikroba untuk mengatasi penyakit JAP dilakukan tidak hanya mikroba di rizosfer, tetapi juga mikroba di dalam tanaman (endofit). *Bacillus cereus* merupakan salah satu bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman karet menghasilkan hormon IAA, giberelin, sitokinin, dan sitokinin (Hidayati *et al.* 2014). Penelitian ini bertujuan mengisolasi bakteri endofit dari kulit batang tanaman karet dan mengetahui kemampuannya dalam menekan pertumbuhan *Rigidoporus microporu* pada medium fermentasi.

METODE

Isolasi bakteri endofit dari batang karet

Bakteri endofit dari kulit batang karet diisolasi dengan metode penggerusan. Kulit batang karet yang telah disterilisasi permukaan dikeringkan dengan tisu steril. Sebanyak 1 g sampel dihaluskan dengan mortar steril dan dilakukan tingkat pengenceran 10^{-2} dan 10^{-3} menggunakan larutan garam fisiologi. Selanjutnya ditumbuhkan dalam medium Nutrient Agar (NA) pada cawan petri lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Masing-masing koloni bakteri yang tumbuh dipindahkan dalam medium NA yang baru sehingga diperoleh koloni tunggal (Hidayati *et al.* 2014).

Karakterisasi Parsial Bakteri Endofit

Isolat bakteri endofit yang telah murni selanjutnya diamati morfologi koloni warna koloni, bentuk koloni, elevasi dan tepian koloni. Selain itu juga diamati bentuk sel dan pewarnaan Gram juga dilakukan (Hadioetomo 1993).

Uji Skrining Isolat Bakteri Endofit terhadap *Rigidoporus microporus*

Bakteri endofit hasil isolasi dari kulit karet selanjutnya di skrining kemampuan daya hambat terhadap jamur *Rigidoporus microporus* dengan teknik dual kultur. Potongan disk jamur *R. microporus* (umur 5 hari) diinokulasikan pada tengah cawan petri yang berisi medium NA. Selanjutnya masing-masing potongan disk isolat bakteri endofit berumur 24 jam diinokulasikan pada empat sisi bagian tepi cawan petri dengan jarak 2,5 cm dari jamur. *Rigidoporus microporus* yang diinokulasi pada medium NA tanpa perlakuan digunakan sebagai kontrol (Zhang *et al.* 2016). Cawan petri selanjutnya diinkubasi selama lima hari pada suhu ruang dan daya hambat diamati yaitu berkurangnya miselium *Rigidoporus microporus* berbanding kontrol.

Uji Bakteri Endofit dalam Menekan Pertumbuhan *Rigidoporus microporus* dalam Media Fermentasi

Kemampuan isolat bakteri endofit dalam menekan pertumbuhan *R. microporus* dalam media fermentasi diuji dengan menambahkan *R. microporus* (10^8 cfu/ml) dan bakteri endofit (10^8 cfu/ml) masing-masing sebanyak 1 mL ke dalam 100 mL *Potato Dextrosa Broth* (PDB) secara aseptis. Selanjutnya medium diinkubasi selama lima hari pada suhu ± 28 °C di atas *shaker* dengan kecepatan 150 rpm. Pada akhir inkubasi, massa jamur dipisahkan dari medium PDB dengan kertas Whatmann No. 42 (yang telah dikeringkan dan ditimbang berat awal W_1). Massa jamur saat penyaringan berada

pada bagian atas kertas saring lalu dikeringkan pada suhu 80 °C di dalam oven. Selanjutnya ditimbang berat kering biomassa jamur (W_2) (Nasrun *et al.* 2005).

Rumus untuk menghitung berat kering jamur yaitu:

$$W_T = W_2 - W_1$$

Keterangan:

W_T = Total berat kering jamur setelah diberi perlakuan bakteri endofit (gr)

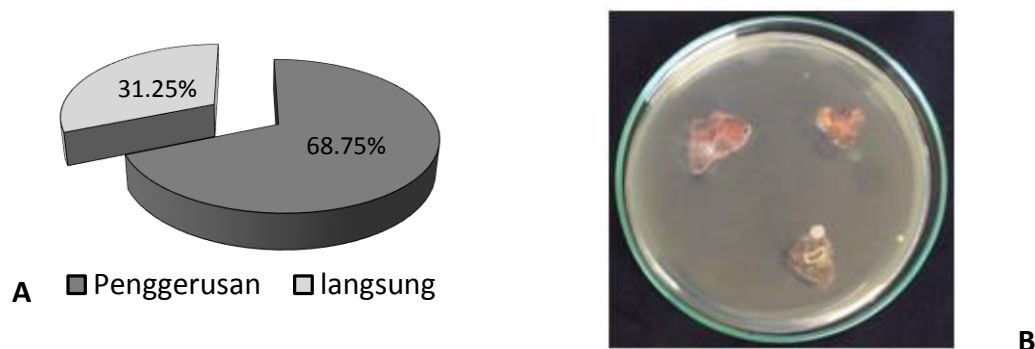
W_2 = Berat kering jamur setelah diberi perlakuan bakteri endofit (gr)

W_1 = Berat kering awal dari kertas Whatmann No. 42 (gr)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Isolasi Bakteri Endofit dari Batang Karet dengan Metode Langsung dan Gerusan

Sebaran isolat bakteri endofit yang diisolasi kulit batang tanaman karet dari dua teknik isolasi yang berbeda memiliki jumlah yang berbeda. Pada teknik penggerusan diperoleh isolat bakteri endofit yaitu 11 isolat (68,75%) (Gambar 1A) lebih banyak dibandingkan dengan teknik isolasi langsung yang 5 isolat (31,25%). Hal ini dikarenakan menggunakan metode penggerusan jaringan tanaman rusak sehingga bakteri endofit dalam jaringan tanaman akan keluar untuk memperoleh nutrisi dan tumbuh dalam media dalam bentuk koloni, sedangkan penggunaan teknik isolasi langsung menyebabkan tidak semua bakteri endofit yang dapat diisolasi atau dikulturkan dan isolat yang tumbuh hanya disekitar sampel (Gambar 1B). Menurut Hallmann *et al.* (1997) bakteri endofit hidup dalam jaringan vaskular tanaman. Penelitian Hidayati *et al.* (2014) mengisolasi 117 isolat bakteri endofit dari tanaman karet menggunakan metode penggerusan yang ditumbuhkan pada medium NA dan *Tryptic Soya Agar* (TSA). Dipihak lain, Abraham *et al.* (2013) mendapatkan 252 isolat bakteri endofit dari tanaman karet yang diisolasi dari berbagai lokasi di India menggunakan metode penggerusan dan ditumbuhkan pada medium TSA. Hal ini menunjukkan bahwa teknik isolasi dan media yang digunakan mempengaruhi jumlah isolat bakteri endofit yang diperoleh.



Gambar. A. Sebaran jumlah isolat bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman karet berdasarkan teknik isolasi. B Isolasi bakteri endofit dari kulit batang karet menggunakan metode langsung

Karakterisasi Parsial Isolat Bakteri Endofit dari Tanaman kulit Batang Karet

Hasil karakterisasi parsial umumnya isolat yang diperoleh memiliki warna putih, bentuk koloni bundar, elevasi datar dan tepian datar dengan bentuk sel batang. Hasil pewarnaan Gram 10 isolat Gram positif dan 6 isolat Gram negatif seperti pada Tabel 1.

Hasil karakterisasi parsial ini sejalan dengan penelitian Hidayati *et al.* (2014) yang mengisolasi bakteri endofit dari tanaman karet di Sumatera Selatan dan memperoleh bakteri endofit umumnya berbentuk batang dan Gram negatif. Penelitian pada tanaman berbeda seperti tanaman kelapa sawit telah dilakukan oleh Ramli *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa 78% dari total isolat bakteri endofit merupakan bakteri Gram negatif.

Tabel 1. Hasil isolasi bakteri endofit dari tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) dan karakterisasi parsial

No	Kode Isolat	Karakterisasi				
		Warna permukaan atas	Warna permukaan bawah	Tepian	Bentuk sel	Gram
1	B13	putih	putih	undulate	bulat	positif
2	B14	putih	putih	undulate	bulat	positif
3	B15	putih	putih	entire	batang	negatif
4	B16	putih	putih	undulate	bulat	negatif
5	B17	putih	putih	entire	bulat	positif
6	B18	putih	putih	entire	bulat	negatif
7	B30	kuning	kuning	undulate	batang	positif
8	B31	putih	putih	entire	batang	positif
9	B32	putih	putih	lobate	bulat	negatif
10	B33	putih	putih	entire	batang	positif
11	B45	putih susu	putih susu	entire	batang	positif
12	B46	putih susu	putih susu	entire	bulat	negatif
13	B47	putih susu	putih susu	undulate	batang	positif
14	B48	putih susu	putih susu	entire	batang	negatif
15	B49	putih susu	putih susu	undulate	batang	positif
16	.B50	putih susu	putih susu	entire	batang	positif

Hasil Skrinning Isolat Bakteri Endofit terhadap *Rigidoporus microporus*

Isolat bakteri endofit diuji kemampuan aktivitas antifungal terhadap *R. microporus*. Uji ini dilakukan untuk menyeleksi isolat-isolat bakteri endofit yang memiliki sifat antifungal terhadap *R. microporus*. Hasil penelitian ini diperoleh tiga isolate yaitu B14, B46 dan B49 Ketiga isolat ini merupakan hasil isolasi menggunakan teknik penggerusan. Daya hambat dengan metode ini ditunjukkan dengan *R. microporus* dengan perlakuan bakteri endofit mengalami penurunan pertumbuhan miseliumnya yakni sebesar 1,25 cm sedangkan pertumbuhan *R. microporus* kontrol lebih besar yaitu 2,14 cm. Menurut Kusdiana (2011) daya hambat yang dihasilkan isolat bakteri endofit diduga terjadi mekanisme lisis atau antibiosis terhadap patogen. Tiga belas isolat endofit lainnya diduga memiliki kemampuan daya hambat terhadap jamur patogen lainnya.

Kemampuan Bakteri Endofit dalam menekan Pertumbuhan *Rigodoporus microporus* dalam Media Fermentasi

Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh bakteri endofit dari batang karet B49 paling potensial menekan pertumbuhan *R. microporus* ditandai dengan biomassa *R. microporus* paling sedikit (113.33 mg) berbanding kontrol (646.67 mg) seperti pada Tabel 2. Berbeda biomassa *R. microporus* dari masing-masing isolate uji diduga masing-masing isolate menghasilkan metabolit sekunder dengan kandungan dan konsentrasi yang dihasilkan berbeda. Menurut Nakeaw *et al.* 2015 isolate bakteri endofit menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti enzim kitinase dan siderofor.

Tabel 2. Biomasa *R. microporus* yang diinokulasikan bakteri endofit dalam Media Fermentasi setelah inkubasi 5 hari

Isolat uji	Biomassa <i>R. microporus</i> (mg)	Daya hambat (%)
Kontrol	646.67	-
B49	113.33	82.47
B46	526.67	18.56
B14	590.00	8.76

Persentase daya hambat dari ketiga bakteri endofit ini adalah isolate B49 sebesar 82.47%, isolate B46 sebesar 18.56% dan B14 sebesar 8.76%. Isolat yang memiliki daya hambat tertinggi yaitu B49. Persentase daya hambat hasil penelitian Nasrun dan Nurmansyah (2015) menggunakan strain *Bacillus* dan *Pseudomonas* hasil isolasi dari rizosfer karet mampu menghambat *R.microporus* sebesar 72.69-90.94% dengan menggunakan lebih sedikit inokulum *R.microporus* berbanding penelitian ini. Oleh karena itu persentase daya hambat dapat dipengaruhi oleh jenis isolat, konsentrasi inokulum dan waktu inkubasi. Kemampuan bakteri menekan pertumbuhan. Menurut Li *et al.* (2012) kemampuan bakteri endofit dalam menekan patogen melibatkan satu atau beberapa mekanisme penghambatan diantaranya pertumbuhan bakteri yang cepat dan menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti kitinase, proteinase, glukonase dan lipase.

SIMPULAN

Berhasil diisolasi 16 isolat bakteri endofit dari kulit batang tanaman karet, tiga isolate (B49, B46 dan B14) diantaranya yang dapat menekan pertumbuhan *R.microporus*. Isolat B49 memberikan persen daya hambat tertinggi yaitu 82.47% terhadap pertumbuhan *R.microporus*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Riset dan Penelitian Masyarakat, Direktorat Jendral Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, teknologi dan Pendidikan Tinggi pada skim STRANAS-Institusi dengan kontrak no: 322/UN.19.5.1.3/PP/2018.

DAFTAR RUJUKAN

Abla E, Souad E, Abdelhadi H, Bazdi O, Khadija O. 2015. Antagonistic Activity of Endophytic

- Bacteria Isolated from *Mentha rotundifolia* L. *International Journal of Scientific and Technology Research*. 12(4): 36-39.
- Abraham A, Philip S, Jacob CK, Jayachandran K. 2013. Novel Bacterial Endophytes from *Hevea brasiliensis* as Biocontrol Agent Against Phytophthora Leaf Fall Disease. *Springer*.58:675-684.
- Gayathri. 2013. Isolation of Endophytic Bacteria from Mangoes, Bananas and Sugarcane for Their Biological Activities. *Asian Journal Research in Biological and Pharmaceutical Science*.1(1):19-27.
- Hallmann J, Hallmann AQ, Mahaffee WF, Kloepper JW. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can J Microbiol*43: 895-914.
- Hidayati U, Iswandi AC, Abdul M, Siswanto, Dwi AS. 2014. Potency of plant growth promoting endophytic bacteria from rubber plant (*Hevea brasiliensis* Mill. Arg.). *Journal of Agronomy* 13(3): 147-152.
- Kusdiana APJ. 2011. Eksplorasi dan Identifikasi Cendawan Antagonis terhadap *Rigidoporus lignosus* Penyebab Jamur Akar Putih pada Karet [skripsi].Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Li. FX, Ma HQ, LiuJ dan Zhang C.2012. Antagonistic effects of *Bacillus cereus* strain B-02 on morphology, ultrastructure and cytophysiology of *Botrytis cinerea*. *Polish Journal of Microbiology* 61(2): 119-128.
- Mallinowski D.P, Alloush G.A, Belesky D.P. 2000. Leaf Endophyte *Newtyphodium coenophialium* Modifies Mineral up take in Tall Fescue. *Plant Soil*.227:115-126.
- Nakaew N, Rangjaroen C, Sunghong R. 2015. Utilization of rhizospheric *Streptomyces* for biological control of *Rigidoporus* sp. causing white root disease in rubber tree. *Eur J Plant Pathol*.
- Nasrun, Christanti, Arwiyanto T, Mariska I. (2005). Pengendalian penyakit layu bakteri nilam menggunakan *Pseudomonas fluorescent*. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 11 (1): 19-24.
- Nasrun dan Nurmansyah. 2015. Potensi rizobakteria dan fungisida nabati untuk pengendalian penyakit jamur akar putih tanaman karet. *J. TIDP* 2(2): 61-68.
- Pratiwi BE. 2015. Isolasi dan Skrining Fitokimia Bakteri Endofit dari Daun Rambutan (*Nephelium appacum* L.) yang Berpotensi sebagai Antibakteri [skripsi]. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Jakarta.
- Ramli NR, Mohamed MS, Seman IA, Zairun MA, Mohamad N. 2016. The Potential of Endophytic Bacteria as A Biological Control Agent for *Ganoderma* Disease in Oil Palm. *Sains Malaysiana*. 45(3):401-409.
- Resti Z, Habazar T, Putra DP, Nasrun. 2013. Skrining dan Identifikasi Isolat Bakteri Endofit untuk Mengendalikan Penyakit Hawar Daun Daun Bakteri pada Bawang Merah. *Jurnal HPT Tropika*. 13(2):167-178.
- Sekhar AC, Thomas P. 2015. Isolation and Identification of Shoot-Tip Associated Endophytic Bacteria from Banana cv. Grand Naine and Testing for Antagonistic Activity Against *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense. *American Journal of Plant Sciences*.6: 934-954.
- Siagian N. 2015 *Cara Modern Mendongkrak Produktivitas Tanaman Karet*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.

- Situmorang A. Budiman A. 2003. *Penyakit Tanaman Karet dan Pengendaliannya*. Balit Sembawa Pusat Penelitian Karet.
- Zhang M, Li J, Shen A, Tan S, Yan Z, Yu Y, Xue Z, Tan T, Zeng L. 2016. Isolation and Identification of *Bacillus amyloliquefaciens* IBFCBF-1 with Potential for Biological Control of *Phytophthora* Blight and Growth Promotion of Pepper. *Journal of Phytopathology*. 1012-1021.

IMOBILISASI BIOMASSA *Haematococcus pluvialis* PADA ALGINAT SEBAGAI BIOSORBEN LOGAM BERAT SENGG (Zn)

Wini Mudiatur Rohmah, Mohamad Agus Salim, Rizal Maulana Hasby

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung

Email: winirohmah@gmail.com

Abstrak

Logam Seng (Zn) merupakan logam berat yang dibutuhkan oleh manusia terutama dalam air minum. Seng (Zn) dalam jumlah sedikit bermanfaat dalam metabolisme, namun dalam jumlah banyak seng dapat menyebabkan rasa pahit pada air minum muntah, diare serta menyebabkan gangguan reproduksi. Salah satu cara untuk menghilangkan logam berat seng pada perairan adalah biosorpsi. Biosorpsi adalah metode adsorpsi berdasarkan biomassa, salah satunya biomassa *Haematococcus pluvialis*. Tujuannya untuk mengetahui kemampuan *H. pluvialis* yang diimobilisasi pada alginat dalam menyerap logam berat Zn. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 10 perlakuan 5 kali ulangan. Pengamatan dilakukan meliputi tiga parameter yaitu pH optimum dengan menggunakan variasi pH larutan Zn 4, 5, 6, 7 dan 8, waktu kontak optimum dengan variasi 15, 30, 45, 60, dan 75 menit dan kapasitas adsorpsi dengan variasi konsentrasi Zn 1,0;2,0;3,0;4,0;5,0 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum penyerapan logam Zn adalah pada pH 6 dengan waktu kontak optimum menit ke 45 dan kapasitas adsorpsi sebesar 0,244 mg/g pada biosorben *H.pluvialis*+ alginat sedangkan untuk adsorben alginat didapat kapasitas biosorpsi sebesar 0,274 mg/g

Kata Kunci:

Alginat,
biosorpsi,
H.pluvialis, Zn

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk kepentingan hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lainnya karena hampir semua kegiatan manusia membutuhkan air. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun generasi yang akan datang. Aspek penghematan dan pelestarian sumber daya air harus ditanamkan kepada segenap pengguna air (Khairu, 2014)

Logam pada kadar tertentu dalam air minum dibutuhkan oleh manusia, namun dalam kadar berlebih dapat merugikan kesehatan. Sebagai contoh kandungan seng (Zn). Zn dalam jumlah sedikit merupakan unsur penting dalam metabolisme, sehingga apabila anak kekurangan Zn pertumbuhannya bisa terhambat, selain itu Zn juga berperan dalam membantu penyembuhan luka, menyusun struktur protein dan membran sel, sedangkan

dalam jumlah banyak dalam air dapat menyebabkan rasa pahit pada air minum, dapat menyebabkan muntah, diare serta gangguan reproduksi (Nasution, 2011). Batas maksimal Zn yang diperbolehkan dalam air minum menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MEKES/PER/IV/2010 yaitu 3 mg/L.

Adanya logam seng (Zn) di dalam air yang melampaui batas dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi manusia karena dapat terakumulasi pada makhluk hidup dan tidak dapat terdegradasi. Beberapa metode untuk menghilangkan logam berat dari perairan telah banyak dilakukan salah satunya adalah adsorpsi. Metode ini mempunyai keunggulan dibandingkan dengan metode lain karena biaya yang diperlukan rendah, tingkat efisiensi tinggi dan tidak memberikan hasil samping berupa zat beracun (Pratama dkk., 2015). Dewasa ini sedang dikembangkan penelitian mengenai penggunaan adsorben alternatif yang berasal dari alam, dimana selain memiliki kemampuan adsorpsi yang baik juga bersifat lebih ekonomis salah satunya adalah alginat (Jalah dkk., 2012). Alginat terbukti sebagai adsorben untuk menghilangkan logam berat dari limbah hasil efluen kontaminasi dari industri dan menjadi alternatif yang mungkin untuk metode penanganan konvensional dan penanganan yang membutuhkan biaya mahal (Singh dkk., 2011).

Saat ini telah dikembangkan beberapa jenis adsorben untuk mengadsorpsi logam berat, salah satunya adalah mikroalga. Mikroalga dapat menyerap ion-ion logam karena memiliki sejumlah gugus fungsional seperti hidroksil, karboksil, amino dan sulfat yang dapat digunakan untuk berikatan dengan ion logam (Susilowati, 2010). Mikroalga mampu secara selektif menyerap dan menjerap logam dari media cair dan mengakumulasi logam tersebut dalam selnya. Diantara semua jenis mikroalga, *Haematococcus pluvialis* merupakan jenis mikroalga yang dapat digunakan sebagai biosorben hal ini karena *H. pluvialis* memiliki kemampuan menyerap logam.

Metode biosorpsi adalah metode adsorpsi berdasarkan biomassa yang dimiliki agen hayati, salah satunya biomassa dari mikroalga. Meski demikian biomassa mikroalga memiliki beberapa kelemahan seperti berat jenis yang rendah dan mudah rusak karena degradasi oleh mikroorganisme lain, untuk mengatasi kelemahan tersebut maka berbagai upaya dilakukan, diantaranya dengan metode imobilisasi. Imobilisasi merupakan metode untuk mengikat sel, ke dalam suatu matriks pendukung untuk meningkatkan stabilitasnya dengan syarat aktivitas dari sel tersebut masih tetap ada dan dapat digunakan secara kontinu. Laporan oleh peneliti lain menyarankan sejumlah teknik imobilisasi biomassa termasuk penggunaan alginat, sodium silikat sintesis dan polimer alami (Putra dan Sinly, 2006)

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses biosorpsi antara lain pH awal, larutan zat warna dan waktu kontak. Pada pH awal yang rendah proses adsorpsi kurang optimal karena pada pH rendah permukaan dinding sel dari biomassa terprotonasi atau bermuatan positif, sehingga adsorpsi logam yang terjadi sangat kacil, karena gugus karboksilat cenderung berada dalam bentuk netral. Sementara pada pH tinggi, permukaan dinding sel biomassa bermuatan negatif, sehingga adsorpsi logam menjadi lebih besar. Adanya mutan negatif ini akan menimbulkan interaksi antara logam yang bermuatan positif dengan situs aktif pada permukaan dinding sel yang bermuatan negatif. Pada saat yang sama, ligan permukaan akan berkompetisi dengan OH⁻ dalam mengikat kation logam, sehingga akan mengakibatkan terjadinya peningkatan adsorpsi logam oleh biomassa (Komari, 2012). sedangkan waktu kontak diperlukan untuk mencapai keadaan setimbang (adsorpsi maksimum) logam oleh adsorben, maka diperlukan rentang waktu. Pada rentang waktu tertentu akan terjadi

kesetimbangan yaitu adsorben (biomassa) dan adsorbat (logam), dimana waktu yang diperlukan untuk mencapai keadaan kesetimbangan ini disebut sebagai waktu optimum penyerapan logam berat (Rahmawanti, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *H. pluvialis* yang diimmobilisasi pada alginat dalam menyerap logam berat Zn dengan variasi pH, waktu kontak dan kapasitas adsorpsi

METODE

Alat dan Bahan

Alat

Aerator, selang, wadah kultur, lampu TL, neraca analitik, oven, peralatan gelas standar Labu ukur 100 mL, Labu ukur 50 mL pipet volumetric dan pipet mikro, pH meter Hanna Instrument, *sentrifuge*, *shaker*, mortal dan lumpang alu, spektrofotometer, kuvet, pipet tetes dan spektrofotometer AAS, botol film, corong, pipet volume 10 ml, pipet volume 5 ml, gelas kimia, gelas ukur, bulb

Bahan

Biomassa mikroalga *Haematococcus pluvialis*, alginat, $Zn(NO_3)_2$, akuades (H_2O), asam klorida (HCl), natrium hidroksida (NaOH), $CaCl_2$,

Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 10 perlakuan, 5 ulangan

Prosedur Penelitian

Kultur Mikroalga

Kultur mikroalga dari spesies *H. pluvialis* menggunakan medium F/2 yang dikerjakan pada kontener dengan kapasitas 10 liter. Suhu selama proses kultur yaitu pada suhu ruang sekitar 27 °C dengan intensitas cahaya 2000-3000 lux secara kontinyu dari lampu TL (*Tube Lamp*) 45 watt. Pemberian aerasi secara kontinyu selama kultur sekitar 14 hari rata rata siklus hidup mikroalga. Pembuatan kurva pertumbuhan dilakukan dengan menghitung kerapatan sel mikroalga setiap hari menggunakan *hemacytometer* di bawah mikroskop cahaya.

Pemanenan Mikroalga *H. pluvialis*

Pertumbuhan mikroalga yang telah mencapai fase stationer selanjutnya siap untuk dipanen dengan proses sentrifugasi dan didapatkan biomassa basah. Selanjutnya, biomassa basah dikeringkan dengan cara menyimpannya di atas plastik. Kemudian, dibiarkan dalam suhu ruang selama 24 jam untuk memperoleh biomassa kering.

Pembuatan larutan induk seng (Zn)

Zn sebanyak 0,456 gram ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian tambahkan akuades sampai tanda batas kemudian homogenkan.

Pembuatan larutan intermediet Zn

Pembuatan larutan intermediet larutan Zn dilakukan dengan cara mengambil 10 mL larutan induk dengan pipet dan dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL ditambahkan akuades sampai tanda batas kemudian homogenkan

Pembuatan larutan standar Zn

Pembuatan larutan standar Zn 0,0 ; 1,0 ; 2,0 ; 3,0; 4,0 dan 5,0 mg/L dilakukan dengan cara mengambil masing-masing 0 mL, 0,5 mL, 1,0 mL, 1,5 mL, 2,0 mL dan 2,5 mL larutan standar Zn dan dimasukkan masing-masing ke dalam labu ukur 50 mL, ditambahkan aquades sampai tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi Zn 0,0 ; 1,0 ; 2,0 ; 3,0; 4,0 dan 5,0 mg/L.

Imobilisasi *Haematococcus pluvialis* pada alginat

Menimbang 1,5 gram alginat dan larutkan dengan sedikit air sambil terus diaduk. Kemudian biomassa Biomassa mikroalga *H. pluvialis* ditimbang sebanyak 2 gram dilarutkan dengan sedikit akuades. Bioamassa kemudian dicampurkan dengan alginat dengan volume aquades yang digunakan sebanyak 100 mL sambil terus di aduk. Kemudian menyiapkan gelas kimia dan masukkan larutan CaCl_2 sambil dihomogenkan dengan menggunakan magnetik stirer. Selajutnya mengambil biomassa yang telah dicampur dengan alginat menggunakan pipet tetes dan meneteskan tetes demi tetes larutan tersebut kedalam gelas kimia yang berisi larutan CaCl_2 sampai habis pada suhu 4°C , kemudian tutup gelas kimia dengan kertas saring kemudian diamkan hingga terdapat *beads* (yang berbentuk bulatan kecil). *beads* tersebut kemudian dikeringkan dalam suhu kamar dan disimpan dalam pendingin bersuhu 4°C .

Pengamatan

Penentuan pH Optimum

Penentuan pH optimum dilakukan dengan menggunakan variasi pH larutan Zn 4,5,6,7 dan 8. Pengaturan pH menggunakan larutan HCl dan larutan NaOH 0,1 M. Sebanyak 40 mg adsorben dimasukkan ke dalam botol kaca yang berisi masing-masing 10 mL larutan Zn dengan konsentrasi 10 mg/L. Kemudian dikocok menggunakan *rotary shaker* selama 60 menit dengan kecepatan 150 rpm. Larutan yang telah dikontakkan, didiamkan selama 15 menit kemudian disaring menggunakan kertas. Konsentrasi Zn dalam filtrat hasil penyaringan ditentukan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) dengan panjang gelombang 213,9 nm (Ronaldo dkk, 2013).

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan menggunakan variasi waktu kontak 15, 30, 45, 60, dan 70 menit. Sebanyak 40 mg adsorben dimasukkan ke dalam botol kaca yang berisi masing-masing 10 mL larutan Zn dengan konsentrasi 10 mg/L dengan pH optimum. Kemudian dikocok menggunakan *rotary shaker* dengan kecepatan 150 rpm dengan waktu kontak yang divariasikan. Larutan yang telah dikontakkan, didiamkan selama 15 menit kemudian disaring menggunakan kertas saring. Konsentrasi Zn dalam filtrat hasil penyaringan ditentukan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) dengan panjang gelombang 213,9 nm (Ronaldo dkk, 2013).

Pengaruh Konsentrasi Terhadap Kapasitas Adsorpsi

Sebanyak 40 mg adsorben (alginat+ mikroalga *H.pluvialis*) dan 40 mg adsorben (alginat) masing masing diinteraksikan dengan larutan Zn dengan variasi konsentrasi yaitu 0,0 ; 1,0 ; 2,0 ; 3,0 ; 4,0 ; 5,0 mg/L. Interaksi dilakukan pada pH dan waktu optimum. Kemudian dikocok menggunakan *rotary shaker* dengan kecepatan 150 rpm dengan waktu kontak optimum. Larutan yang telah dikontakkan, didiamkan selama 15 menit kemudian disaring menggunakan kertas saring. Konsentrasi Zn dalam filtrat hasil penyaringan ditentukan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) dengan panjang gelombang 213,9 nm (Ronaldo dkk, 2013).

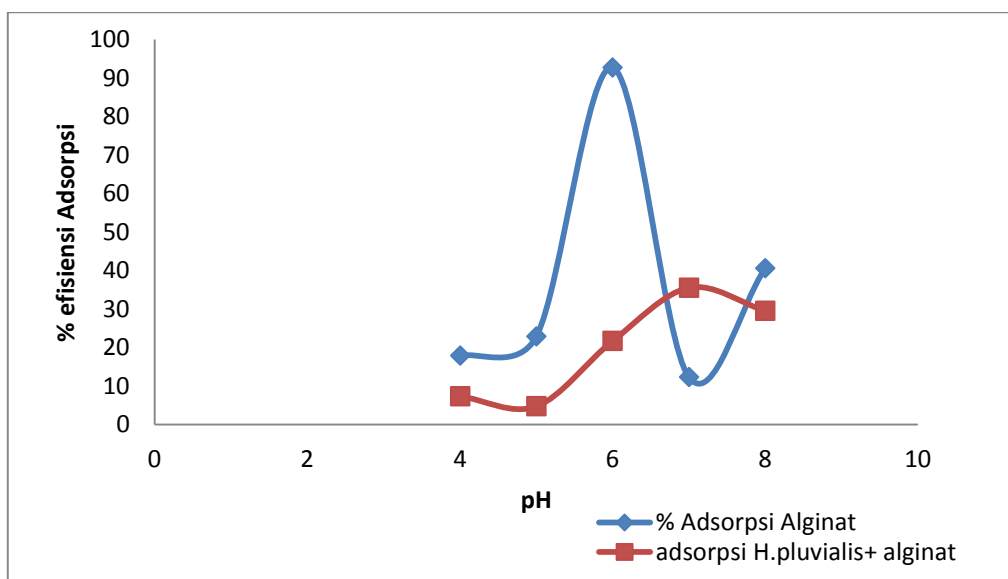
Analisis Data

Data yang diperoleh dari Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) adalah nilai absorbansi dari masing-masing larutan yang akan di plot dalam suatu grafik. Dari grafik dapat

diturunkan persamaan garis regresi dengan metoda least square sehingga dapat dianalisis kandungan logam pada sampel dengan persamaan, $y = ax + b$, dimana $y =$ absorban; $x =$ konsenrasi

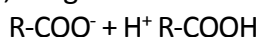
HASIL DAN PEMBAHASAN

Derajat keasaman (pH) adalah nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air. Nilai keasamaan suatu perairan dapat menunjukkan keseimbangan antara asam dan basa di suatu perairan tersebut (Harmoko dan Yuni, 2018). Menurut Gadd (2002) pH merupakan pengaruh utama pada proses adsorpsi logam dalam larutan, karena pH akan mempengaruhi muatan pada situs aktif atau H^+ akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif. Selain ini pH juga akan mempengaruhi spesies logam yang ada dalam larutan sehingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi logam dengan situs aktif adsorben. Variasi pH yang digunakan pada penelitian ini yaitu 4, 5, 6, 7 dan 8 yang di kontakkan dengan biomassa *H.pluvialis* yang telah diimobilisasi pada kalsium alginat dengan larutan Zn dengan konsentrasi 3 ppm yang kemudian diukur menggunakan AAS dengan panjang gelombang 213,9 . untuk hasil pengatannya dapat dilihat pada gambar berikut

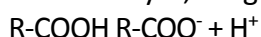


Gambar 1. Hubungan % efisiensi adsorpsi Zn dengan variasi pH

Gambar 1. terlihat bahwa pH optimum untuk penyerapan Zn adalah pada pH 7 dengan kapasitas penyerapan optimum sebesar 0.266 mg/g untuk pH larutan filtrat biomassa *H.pluvialis*+ alginat sedangkan untuk pH larutan filtrat Alginat pH optimum untuk penyerapan Zn adalah pada pH 6 kapasitas adsorpsi yaitu 0.695 mg/g. Penyerapan yang paling kecil terjadi pada pH 4 dan 5, kemudian pada pH 8 penyerapannya juga kecil hal ini terjadi kemungkinan pH 8 tidak terjadi penyerapan logam yang begitu besar dikarenakan pada pH diatas 6 Zn mulai mengendap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada % adsorpsi yang paling baik yaitu pada alginat dengan tingkat persentase 92.73 % dibandingkan dengan menggunakan biomassa *H.pluvialis* yang diimobilisasi pada alginat yaitu % adsorpsi sebesar 35.53 %. Hal ini diduga karena jumlah gugus karboksil pada biomassa sedikit mengalami protonasi sehingga semakin sedikit seng yang dilepaskan ke dalam larutan. Menurut Rafly (2016) Pada pH rendah permukaan dinding sel dari biomassa terprotonasi atau bermuatan positif, sehingga adsorpsi logam yang terjadi sangat kacil, karena gugus karboksilat cenderung berada dalam bentuk netral, dengan reaksi :



Penyerapan seng pada pH tinggi, permukaan dinding sel biomassa bermuatan negatif, sehingga adsorpsi logam menjadi lebih besar. Semakin tinggi pH juga akan membuat semakin banyak gugus $R-COO^-$ biomassa yang bertindak sebagai ligan dalam pembentukan kompleks juga semakin banyak, dengan reaksi:

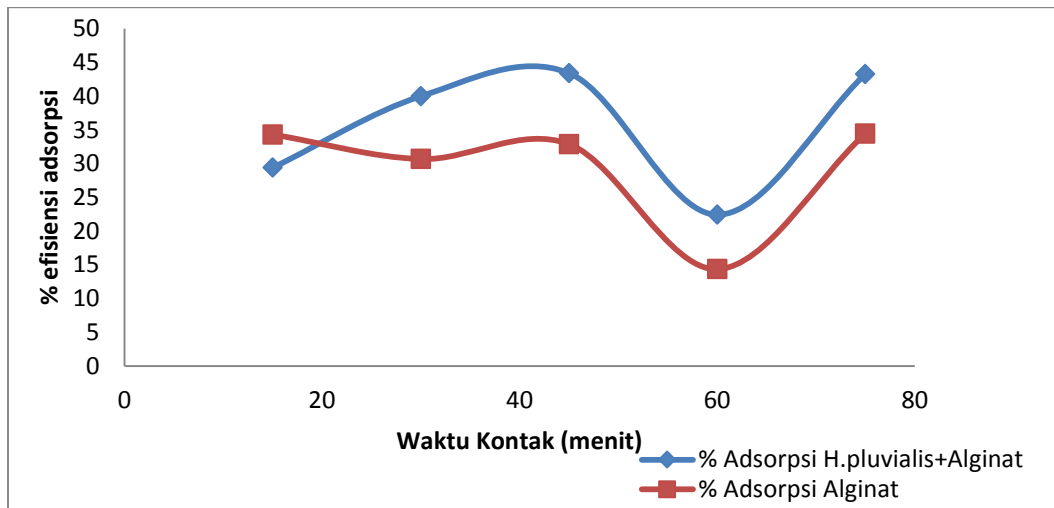


Adanya mutan negatif ini akan menimbulkan interaksi antara logam yang bermuatan positif dengan situs aktif pada permukaan dinding sel yang bermuatan negatif. Pada saat yang sama, ligan permukaan akan berkompetisi dengan OH^- dalam mengikat kation logam, sehingga akan mengakibatkan terjadinya peningkatan adsorpsi logam oleh biomassa

Indriana dkk (2014) melaporkan bahwa kondisi optimum adsorpsi seng(II) terjadi pada pH 6 dan waktu kontak 45 menit. Data pengaruh pH pada adsorpsi seng(II) oleh biomassa *Azolla microphylla* diesterifikasi asam sitrat menunjukkan bahwa gugus asam lemah, terutama gugus karboksil, berperan penting pada pengikatan seng(II). Gugus karboksil pada pH rendah mengalami protonasi sehingga seng(II) yang terikat pada biomassa dapat digantikan oleh ion H^+ dan dilepaskan kembali ke dalam sistem larutan.

Waktu Kontak Optimum

Hasil pengamatan dengan variasi kontak 15, 30, 45, 60 dan 75 menit yang dimaksudkan untuk melihat penyerapan optimum logam seng yang dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Hubungan % efisiensi adsorpsi dengan variasi waktu Kontak

Waktu kontak merupakan salah satu faktor biosorpsi. Keadaan kesetimbangan (adsorpsi maksimum) logam oleh adsorben, diperlukan rentang waktu, pada rentang waktu tertentu akan terjadi kesetimbangan antara adsorben (biomassa) dan adsorbat (logam), dimana waktu yang diperlukan untuk mencapai keadaan kesetimbangan ini disebut sebagai waktu optimum penyerapan logam berat. Adsorpsi ion logam dengan variasi waktu kontak yang dilakukan dengan mengontakkan biomassa *H. pluvialis* yang telah diimmobilisasi dengan kalsium alginat dan mengontakkan alginat dengan larutan ion Zn dengan konsentrasi awal 3 ppm serta pH optimum yaitu pada pH 6. Jumlah logam yang teradsorpsi meningkat seiring penambahan waktu sampai pada suatu titik, dimana Waktu seluruh situs aktif pada biomassa telah jenuh oleh logam, maka jumlah logam yang teradsorpsi tidak mengalami perubahan yang signifikan waktu kontak merupakan faktor yang mempengaruhi adsorpsi. Pengikatan ion logam umumnya terjadi pada awal-awal reaksi dan pada reaksi selanjutnya akan berjalan seragam atau bahkan bisa terjadi penurunan karena dinding sel biomassa sudah mengalami dekomposisi.

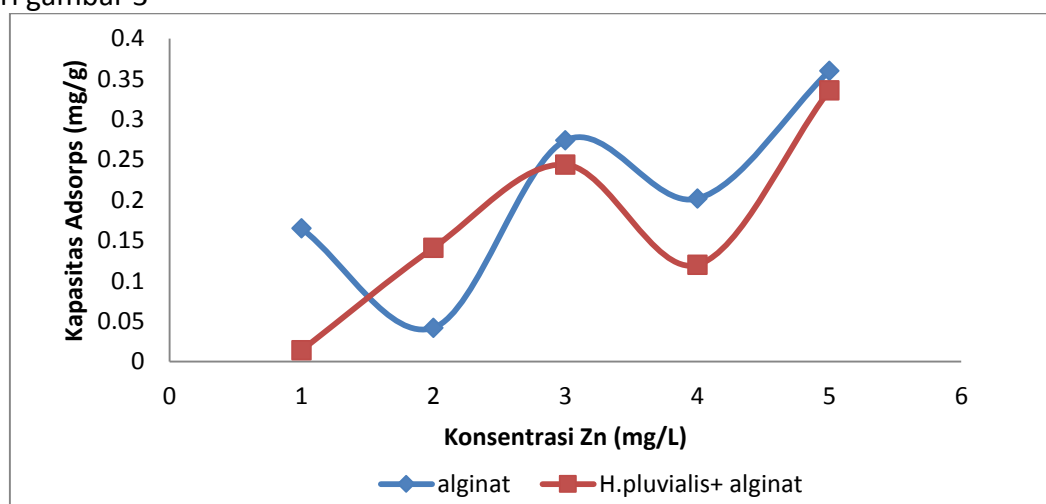
Berdasarkan Gambar 2. pada waktu kontak 15 menit sampai 75 menit, jumlah logam Zn yang terserap oleh biomassa *H.pluvalis*+ alginat terus meningkat dan menit ke 45 jumlah biomassa+alginat teradsorpsi sebesar 1.3029 mg/g kembali menurun pada menit 60 sebesar 0,6731 mg/g dengan % adsorpsi sebesar 43,43 %. Sedangkan untuk alginat pada waktu kontak 15 menit sampai 75 menit, jumlah logam Zn yang terserap oleh alginat terus meningkat dan pada menit ke 75, % adsorpsi paling tinggi yaitu 34,47 % sebesar 0,258 mg/g. sehingga dapat diasumsikan bahwa penyerapan ion logam Zn maksimal terjadi pada waktu kontak 45-75 menit. Apabila dilihat dari kapasitas adsorpsi ternyata biomassa biomassa *H.pluvalis*+ alginat lebih baik kapsitas adsorpsinya dalam menyerap logam Zn dibandingkan dengan menggunakan alginat saja

Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi telah mencapai keadaan yang setimbang setelah keadaan yang setimbang tercapai, jumlah ion logam yang terserap secara signifikan tidak berubah dengan penambahan waktu kontak antara logam Zn dengan adsorben. Hal ini menurut pendapat Susanti (2009) semakin lama waktu kontak, semakin besar pula konsentrasi logam yang teradsorpsi dan ketika menit 60 adsorben telah jenuh dengan ion logam kemungkinan adsorben melepas kembali ion logam yang sudah terikat pada permukaannya kedalam larutan. Jumlah logam yang teradsorpsi meningkat seiring

penambahan waktu sampai pada suatu titik optimum, dimana waktu seluruh situs aktif pada biomassa telah jenuh oleh logam, maka jumlah logam yang teradsorpsi tidak mengalami perubahan yang signifikan waktu kontak merupakan faktor yang mempengaruhi adsorpsi. Pengikatan ion logam umumnya terjadi pada awal-awal reaksi dan pada reaksi selanjutnya akan berjalan seragam atau bahkan bisa terjadi penurunan karena dinding sel biomassa sudah mengalami dekomposisi.

Pengaruh konsentrasi terhadap kapasitas adsorpsi

Variasi konsentrasi dikerjakan dengan cara memberi variasi konsentrasi larutan ion logam Zn yaitu 1, 2, 3, 4 dan 5 mg/L. Pemberian variasi konsentrasi larutan Zn penting agar dapat mengetahui berapa konsentrasi logam Zn yang terserap dengan menggunakan biomassa *H.pluvialis* yang diimobilisasi dengan alginat, dan konsentrasi logam Zn yang terserap dengan menggunakan alginat karena penyerapan logam memiliki titik kejenuhan dimana biomassa tersebut akan bekerja tidak maksimum. Pengukuran jumlah logam Zn yang terserap di uji menggunakan AAS yang dapat dilihat dari gambar 3



Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi logam Zn dengan kapasitas adsorpsi

Hasil adsorpsi logam Zn dengan variasi konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 mg/L menunjukkan bahwa pada awal interaksi jumlah logam Zn yang terserap oleh biosorben biomassa *H.pluvialis* + alginat bertambah seiring dengan meningkatnya konsentrasi kemudian pada konsentrasi 3 mg/L menjadi stabil dan mencapai nilai maksimum dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,244 mg/g sedangkan untuk alginat murni yaitu sebesar 0,274 mg/g sehingga kapasitas adsorpsi *H.pluvialis* + alginat dan alginat kapasitas adsorpsinya tidak jauh berbeda. Pada konsentrasi 1 mg/L adsorben terus naik hingga konsentrasi 3 mg/L, kemudian turun saat konsentrasi diperbesar 4 mg/L. akan tetapi pada konsentrasi 5 mg/L serapan ion logam Zn kembali naik. Serapan ion logam ini akan terus naik hingga mencapai konsentrasi maksimum penyerapan ion logam oleh adsorben. Secara umum, hasil yang diperoleh memperlihatkan bahwa serapan ion logam Zn yang di peroleh meningkat seiring dengan meningkatkan konsentrasi ion logam Zn. Dengan memperbesar konsentrasi ion logam Zn, jumlah ion logam yang terserap oleh biomassa akan meningkat sampai konsentrasi tertentu.

Menurut pernyataan Fitriyah (2007), biomassa mikroalga menaikkan jumlah presentasi jumlah logam yang terserap. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya jumlah biomassa maka akan semakin banyak situs aktif pada dinding sel biomassa yang berinteraksi dengan ion logam. Hal ini diperkuat oleh Syahputra (2009), yang menyatakan bahwa

penambahan algae *Chlorella pyreoidese* sebanyak 800 ml/L, mampu memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kadar tembaga (Cu) dengan efisiensi penurunan mencapai 90,97 %.

Matriks alginat merupakan matriks imobilisasi yang paling baik karena efisien, mudah digunakan, dapat dimodifikasi dan tidak bersifat toksik. Berdasarkan penelitian Susanti (2009) bahwa Alginat merupakan matriks yang sering digunakan untuk pengimobilisasian biomassa karena teknik dalam pengimobilisasian yang simpel, mudah didapatkan, dan harganya yang murah. Keuntungan lainnya dalam menggunakan kalsium alginat sebagai matriks pengomobilisasi yaitu kalsium alginat akan memiliki pori yang besar dan bobot biomassa yang bertambah sehingga dalam menyerap logam Zn lebih baik dibandingkan biomassa tanpa imobilisasi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan yaitu biomassa *H.pluvialis* yang diimobilisasi pada alginat dapat menyerap logam Zn dengan pH optimum 7, sedangkan pH alginat dapat menyerap logam Zn pada pH 6 . Waktu kontak optimum *H.pluvialis* yang diimobilisasi pada alginat dalam menyerap logam Zn lebih cepat dibandingkan alginat yaitu pada menit ke 45 sedangkan alginat pada menit ke 75 . Kapasitas adsorpsi tertinggi terdapat pada alginat murni optimum pada konsentrasi 3 mg/L dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,274 mg/g sedangkan biomassa *H.pluvialis* yang diimobilisasi pada alginat kapasitas adsorpsi sebesar 0,244 mg/L

UCAPAN TERIMA KASIH

penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing, orang tua dan rekan-rekan yang telah membantu dan mendukung saya dalam mengerjakan full paper ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Harmoko dan Yuni, K. 2018. Keanekaragaman Mikroalga Divisi Cyanobacteria di Danau Aur Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Biodjati*. 3 (1) : 8-14.
- Indriana M. D., Purwonugroho D., dan Darjito. 2014. Adsorpsi Seng(II) Menggunakan Biomassa *Azolla microphylla* Diesterifikasi Dengan Asam Sitrat. *Kimia Student Journal*. 2 (2). 534-540.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*.
- Khairu, Kuntum.2014. Analisis Kadar Tembaga (Cu) Dan Seng (Zn) Dalam Air Minum Isi Ulang Kemasan Galon Di Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar. *Jurnal Sainstek*.6(2): 116-123.
- Komari, Noer & Anjang Yudistri. 2012. Penggunaan Biomassa *Aspergillus Niger* Sebagai Biosorben Cr(III). Nasution, Syamsiah. 2011. *Penetapan Kadar Seng (Zn) pada Air Reservoir PDAM Tirtanadi Instalasi Pengolahan Air Deli Tua Secara Spektrofotometri*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Putra dan Sinly, E.2006. *Tinjauan Kinetika dan Termodinamika Proses Adsorpsi Ion Logam Pb, Cd, dan Cu oleh Biomassa Alga Nannochloropsis sp. yang diimobilisasi Polietilamina- Glutaraldehyd*. Lampung: Universitas Lampung
- Rafly, M. 2016. Biosorpsi Logam Timbal Menggunakan Khamir *Saccharomyces Cerevisiae* Termobilisasi Natrium Alginat. *Skripsi*. Makasar: Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar

- Rahmawati, Anna. 2006. Biosorpsi Ion Logam Kadmium Oleh *Aspergillus Niger*, *Jurnal Penelitian Biologi*. 1(2): 132-145.
- Ronaldo., Silalahi I.H., Wahyuni, N., 2013. Adsorpsi Ion Logam Cu (II) Menggunakan Biomassa Alga Coklat (*Sargassum crassifolium*) yang Terenkapsulasi Aqua-gel Silika. *J. Kimia Khatulistiwa*. 2 (3) : 148-152.
- Singh, K., Sharma, H.C., Singh, C.S., Singh, Y., Nishizawa, N.K., Mori, S. 2011. Effect Of Polyolefin Resin Coated Slow Release Iron Fertilizer And Its Methods Of Application On Rice Production In Calcareous Soil. *Soil Sci. Plant Nutr.* 50 (7) : 1037-1042.
- Susanti, Tri. 2009. Studi Biosorpsi Ion Logam Cr (VI) oleh Biomassa Alga Hijau yang diimobilisasi pada Kalsium Alginat. *Skripsi*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Susilowati, Rini. 2010. Biodiesel Energi Terbarukan dari Mikroalga. *Warta Pertamina*. (9): 31-35
- Syahputa, B. 2009. Pemanfaatan *Algae Chlorella pyrenoidosa* untuk Menurunkan Tembaga (Cu) pada Industri Pelapisan Logam. *Jurnal Kimia*. 1-9.

Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pekarangan/Kebun dengan Sengon Solomon Hasil *Kultur in Vitro* pada Kelompok Usaha Pembibitan Sengon Di Kabupaten Malang

Wiwik Kusmawati, Moh Zaini, dan Yusvidha Ernata

IKIP Budi Utomo Malang

Email: wiwikusmawati@gmail.com

Abstrak

Kelompok usaha pembibitan sengon khususnya di kecamatan Poncokusumo dan kecamatan Wajak kabupaten Malang masih mengandalkan bibit sengon laut/sengon unggul bersertifikat atau bibit sengon yang tumbuh liar di alam dengan tingkat keberhasilan tumbuhnya yang rendah. Target luaran yang diharapkan dari kegiatan PKM ini adalah : (a) Bibit sengon solomon hasil *kultur in vitro*, (b) Publikasi ilmiah pada jurnal ber ISSN/*Prosiding*, (c) Publikasi pada media masa cetak/online/*repository* PT. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan PKM adalah sebagai berikut: (a) Survei dan perencanaan, (b) Penyuluhan dan pelatihan “Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pekarangan/Kebun dengan Sengon Solomon Hasil *Kultur in Vitro* pada Kelompok Usaha Pembibitan Sengon Di Kabupaten Malang”, dan (c) Budidaya bibit sengon solomon hasil *kultur in vitro*. Hasil yang dicapai melalui program pengabdian masyarakat ini adalah terselesaikannya beberapa masalah mitra yaitu pembibit sengon masih mengandalkan bibit sengon laut/sengon unggul bersertifikat atau bibit sengon yang tumbuh liar di alam, sedikitnya jumlah pembibit tanaman sengon, kurangnya pemahaman masyarakat tentang teknologi budidaya sengon solomon, terbatasnya kemampuan pembibit dalam membibit sengon, dan rendahnya bibit sengon unggul yang dihasilkan, yang berdampak pada jumlah produksi bibit sengon yang dihasilkan. Kegiatan yang dilakukan telah berhasil menunjang program pengabdian yaitu penyuluhan dan pelatihan “Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pekarangan/Kebun dengan Sengon Solomon Hasil *Kultur in Vitro* pada Kelompok Usaha Pembibitan Sengon Di Kabupaten Malang”, dan budidaya bibit sengon solomon hasil *kultur in vitro*.

Kata Kunci

lahan
pekarangan/kebun,
sengon solomon,
kultur in vitro,
Kabupaten Malang

PENDAHULUAN

Wilayah kabupaten Malang terletak antara 112°17'10,90" – 112°57'00,00" Bujur Timur, 7°44'55,11" – 8°26'35,45" Lintang Selatan. Dengan batas wilayah administrasi terdiri dari: *sebelah utara*: kabupaten Pasuruan, kabupaten Probolinggo, kabupaten Mojokerto dan kabupaten Jombang; *sebelah timur*: kabupaten Lumajang; *sebelah selatan*: samudera Indonesia; *sebelah barat*: kabupaten Blitar dan kabupaten Kediri. Sedangkan di bagian *tengah* wilayah kabupaten Malang berbatasan dengan kota Malang dan kota Batu. Luas wilayah

Diterima:

11 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

30 Desember 2018

353.486 ha. Secara administratif, wilayah kabupaten Malang terdiri dari 33 kecamatan, 12 kelurahan, 378 desa, 3.147 Rukun Warga (RW) dan 14.700 Rukun Tetangga (RT) (RKPD Kabupaten Malang Tahun 2015, 2015).

Topografi kabupaten Malang meliputi dataran rendah, dataran tinggi, gunung-gunung yang aktif maupun tidak aktif serta sungai-sungai yang melintasi wilayah kabupaten Malang, dimana faktor sumber daya alam tersebut mencakup aspek kondisi topografi yang besar pengaruhnya terhadap proses pembangunan. Wilayah kabupaten Malang bagian barat, bagian timur dan utara dikelilingi oleh pegunungan, sehingga daerahnya cenderung terjal atau bergelombang (berbukit) dengan kelerengan diatas 40%, meliputi wilayah kecamatan Pujon, kecamatan Ngantang, kecamatan Kasembon, kecamatan Poncokusumo, kecamatan Wajak, kecamatan Jabung, kecamatan Ampelgading dan kecamatan Tirtoyudo. Dengan kondisi topografi tersebut, maka wilayah kabupaten Malang mempunyai potensi sebagai kawasan lindung khususnya bagi kawasan yang ada dibawahnya. Hal ini berdampak positif karena kelestarian tanah dan air dapat terjaga dengan baik. Selain itu wilayah kabupaten Malang mempunyai potensi pengembangan di bidang pertanian dan pariwisata. Untuk pengembangan di bidang pertanian lebih diutamakan pertanian hortikultura dan perkebunan, karena umumnya daerah-daerah dengan kelerengan tersebut mempunyai iklim (suhu) yang lebih sejuk dan sangat cocok untuk jenis tanaman sayuran dan tanaman perkebunan, salah satunya adalah sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). Apalagi berdasarkan pengamatan awal di lokasi pengabdian, kabupaten Malang memiliki kondisi lingkungan alam yang subur dengan ketinggian wilayah antara 500 – 3600 dpl. Kondisi lingkungan ini sangat sesuai untuk sengon sehingga dapat tumbuh dengan baik.

Struktur penggunaan lahan di kabupaten Malang meliputi: permukiman/kawasan terbangun 22,76%; industri 0,17%; sawah 13,04%; pertanian lahan kering 23,65%; perkebunan 6,10%; hutan 28,59%; rawa/waduk 0,20%; tambak/kolam 0,03%; padang rumput/tanah kosong 0,29%; tanah tandus/tanah rusak 1,54%; tambang galian C 0,26%; lain-lain 3,26%.

Saat ini sengon merupakan salah satu alternatif dan menjadi primadona baru dalam bidang per kayuan karena cepat tumbuh (*fast growing species*), dapat ditanam di berbagai kondisi tanah, kayunya cenderung lebih lurus, masa tebang lebih pendek, sifat kayunya termasuk kelas awet dan kuat IV/V serta berat jenis 0,24-0,49 dengan rata-rata 0,33. Prospek penggunaan untuk *pulp*/kertas termasuk kategori sedang. Selanjutnya kayu sengon dapat dimanfaatkan sebagai serat dan bahan papan, peti kemas, kotak kemasan, kayu pertukangan, perabot rumah tangga, korek api, sumpit, dan lain-lain (Martawijaya dan Kartasujana, 1977). Secara ekologis pohon sengon dapat meningkatkan kualitas lingkungan seperti: meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki tata air, dan menciptakan iklim mikro (Anonymous, 1987). Hal ini disebabkan sifat morfologis dari famili legum yaitu memiliki perakaran yang sangat dalam dan serasah daun cepat melapuk. Berdasarkan kriteria tersebut, maka sengon banyak dikembangkan sebagai komoditas dalam perusahaan hutan tanaman, baik dalam skala besar seperti Hutan Tanaman Industri (HTI), reboisasi, dan penghijauan maupun skala kecil yaitu banyak ditanam di kebun-kebun rakyat dengan sistem tumpang sari.

Pada umumnya kelompok usaha pembibitan sengon di kecamatan Poncokusumo dan kecamatan Wajak kabupaten Malang membibit sengon dengan biji. Biji tersebut dapat dibeli

di penangkar benih, kios-kios pertanian, ataupun dicari dibawah pohon induk. Jumlah biji sengon sebanyak 42000 per kg dengan perkecambahan biji muda dan hanya membutuhkan perendaman air semalam. Agar perkecambahan seragam, biji-biji tersebut dapat dimasukan dalam air panas atau dalam air selama 15 menit. Anakan sengon ditanam setelah tiga bulan di persemaian dan akan tumbuh cepat di lahan (NAS, 1983 dalam NFTA World Education, 1991).

Ketersediaan bibit tanaman merupakan faktor yang sangat berperan dalam menyukkseskan program pembangunan hutan tanaman sengon. Bibit yang berkualitas baik dapat diperoleh dengan dukungan teknologi budidaya. Penanganan benih dan bibit yang tepat selama di persemaian merupakan bagian dari teknik pembibitan, dengan harapan dapat memperoleh pertumbuhan yang optimal. Pembibitan secara konvensional kadang masih menggunakan pupuk kimia untuk meningkatkan kesuburan tanah daripada media tersebut. Kelemahan dari pupuk kimia tersebut adalah menimbulkan pencemaran lingkungan, penggunaan yang berlebihan dapat merusak tanaman dan sifat fisik tanah, serta harganya mahal. Sehingga penting untuk mengoptimalkan penggunaan lahan pekarangan/kebun dengan bibit sengon solomon hasil *kultur in vitro* pada kelompok usaha pembibitan sengon di kecamatan Poncokusumo dan kecamatan Wajak kabupaten Malang.

Sengon solomon memiliki pertumbuhan yang relatif homogen dan produktivitasnya tinggi. Sengon solomon merupakan varietas sengon terbaru yang teridentifikasi dan terbukti tumbuh jauh lebih cepat dibandingkan dengan *provenance* sengon lain yang sebelumnya telah dikenal di Indonesia. Sengon solomon berasal dari Kepulauan Solomon, Samudera Pasifik, yang bertanah vulkanik nan subur (Agus 2008 dalam Trubusid 2008). Hasil penelitian dan percobaan penanaman di beberapa lokasi membuktikan keunggulan sengon solomon dibandingkan dengan sengon lokal. Keunggulan sengon salomon dibandingkan sengon lokal ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Perbandingan tinggi dan diameter sengon solomon dan sengon lokal

Varietas	Tinggi (meter)		Diameter (cm)	
	2 tahun	3 tahun	2 tahun	3 tahun
Solomon	8	10	16	19
Lokal	7	8	12	16

Berdasarkan hasil pengamatan, pertumbuhan sengon solomon pada umur lima tahun memiliki diameter (DBH) rata-rata 31 cm dan tinggi 22 meter. Selain tinggi dan diameter batang, keunggulan sengon solomon dapat dilihat dari tingkat vigor, viabilitas, kelurusan batang, dan percabangan. Warna batang putih abu-abu cerah mengidentifikasi tanaman memiliki vigor dan viabilitas yang baik. Sengon solomon tumbuh lebih lurus dan silindris dengan percabangan yang ringan (tidak terlalu rindang). Dari data di atas, dapat diasumsikan kayu yang akan diperoleh dengan luasan tertentu sebagai berikut.

Tabel 2 Potensi kayu sengon solomon

Luas penanaman	1.000 hektare
Jarak tanam awal	3 x 3 meter
Kerapatan tanam awal	1.110 pohon/hektare
Kerapatan akhir	500 pohon/hektare
Masa tanam	5 tahun

Rata-rata tinggi	22 meter
Rata-rata DBH	31 cm
Volume/pohon	0,85 m ³ /pohon
Volume/hektare	425 m ³
Volume/1.000 hektare	425.000 m ³

Keterangan:

Rumus volume/pohon : $0,00004 (DBH)^2 \times tinggi$

Buah sengon solomon berbentuk polong, pipih, tipis, tidak bersekat-sekat dan panjangnya sekitar 6 – 12 cm. Setiap polong buah berisi 15 – 30 biji. Jumlah biji dalam setiap buahnya lebih sedikit dari sengon laut dan sengon morotai. Polong yang telah masak berwarna hijau gelap atau coklat. Ketika polong kering biji akan keluar dari polong (Laboratorium Silvikultur, 2007). Bentuk biji mirip perisai kecil, pipih, lonjong, 3 – 4 x 6 – 7 mm, waktu muda berwarna hijau, bagian tengah coklat dan jika sudah tua biji akan berubah kuning sampai berwarna coklat kehitaman, agak keras dan berlilin (Sanusi, 2008). Harga sekilo benih Rp 2,5-juta terdiri atas 20.000-25.000 biji (Agus, 2008 diacu dalam Trubusid, 2008). Kayu sengon solomon lebih lunak, hampir seperti sengon merah. Sengon solomon, pada umur kira - kira 5 - 6 tahun biasanya patah terkena angin kencang (Lee, 2009).

Tingkat pembungaan dan pembuahan sengon solomon masih rendah. Sementara itu, pengambilan benih langsung ke tempat asalnya dianggap tidak efisien dan harus melalui prosedur legalitas yang relatif sulit. Karena itu, perbanyakan sengon solomon biasanya dilakukan dengan *kultur in vitro* atau dikenal juga dengan istilah kultur jaringan. Selain cepat, jumlah bibit yang dihasilkan relatif banyak. Melalui *kultur in vitro*, bibit yang diperoleh memiliki susunan genetik yang identik dengan induknya dan memiliki potensi pertumbuhan yang sama pula. Keuntungan lain *kultur in vitro* yaitu bibit yang dihasilkan biasanya bebas hama dan penyakit sehingga kekhawatiran petani dan praktisi penanaman sengon terhadap penyakit kanker karat kayu (*Uromygladium tepprianum*) dapat diminimalisasi.

Kultur in vitro merupakan suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, sekelompok sel, jaringan dan organ serta menumbuhkannya dalam kondisi aseptik, sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman utuh kembali (Gunawan, 1992). Penggunaan metode ini tidak saja memungkinkan diperolehnya tanaman yang seragam dan memiliki sifat yang sama dengan induknya, tetapi juga dapat diperbanyak dalam jumlah yang besar dan tersedia dalam waktu yang cepat. Dalam bidang kehutanan, penggunaan teknik *kultur in vitro* secara komersial masih dalam tahap pengembangan dan perkembangannya cukup menjanjikan untuk masa yang akan datang (Bonga dan Durzan, 1982). Potensi penggunaan *kultur in vitro* pada industri bidang kehutanan sangat besar.

METODE

Untuk mengoptimalkan kegiatan pengelolaan lahan pekarangan/kebun dengan sengon solomon hasil *kultur in vitro* pada kelompok usaha pembibitan sengon di kabupaten Malang maka perlu disusun tahapan pelaksanaan agar kegiatan PKM ini dapat berjalan dengan baik meliputi :

1. Survei dan perencanaan

Kegiatan survei ini dilakukan dengan cara berkoordinasi dan melihat lokasi kegiatan pengabdian PKM bersama-sama dengan mitra. Adapun tempat mitra adalah kecamatan Poncokusumo dan kecamatan Wajak kabupaten Malang.

2. Penyuluhan dan pelatihan “Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pekarangan/Kebun dengan Sengon Solomon Hasil *Kultur in Vitro* pada Kelompok Usaha Pembibitan Sengon Di Kabupaten Malang” di tempat mitra.
3. Budidaya bibit sengon solomon hasil *kultur in vitro*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dimulai dari survei dengan cara berkoordinasi dan melihat lokasi kegiatan pengabdian PKM bersama dengan mitra. Tempat mitra adalah kecamatan Poncokusumo dan kecamatan Wajak kabupaten Malang. Pada perencanaan dalam program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk bertukar pikiran, *sharing* dan mendapatkan saran dan masukan, umpan balik serta terjalin komunikasi yang baik dengan kedua mitra.

Kegiatan penyuluhan dan pelatihan “Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pekarangan/Kebun dengan Sengon Solomon Hasil *Kultur in Vitro* pada Kelompok Usaha Pembibitan Sengon Di Kabupaten Malang” ini ada beberapa kegiatan penyuluhan meliputi :

1. Sengon Lokal Vs Sengon Solomon

Sengon Solomon merupakan varietas sengon terbaru yang teridentifikasi dan terbukti tumbuh jauh lebih cepat dibandingkan dengan *provenance* sengon lain yang sebelumnya telah dikenal di Indonesia. Hasil penelitian dan percobaan penanaman di beberapa lokasi membuktikan keunggulan sengon solomon dibandingkan dengan sengon lokal. Keunggulan sengon salomon dibandingkan sengon lokal ini dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini :

Tabel 3 Perbandingan tinggi dan diameter sengon solomon dan sengon lokal

Varietas	Tinggi (m)		Diameter (cm)	
	2 tahun	3 tahun	2 tahun	3 tahun
Solomon	8	10	16	19
Lokal	7	8	12	16

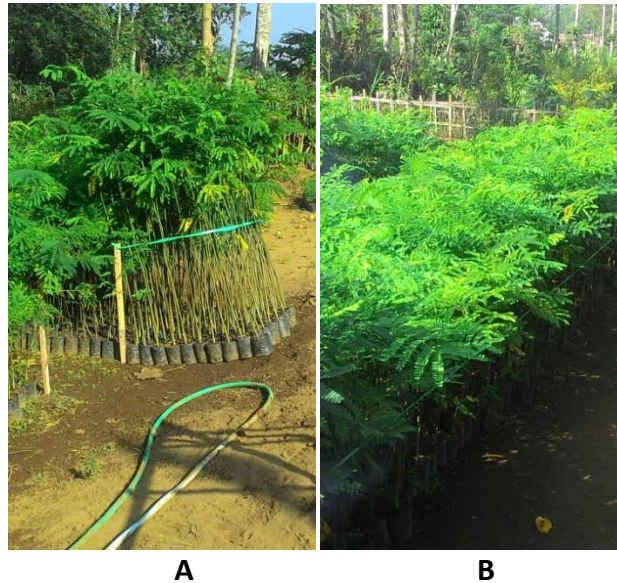
2. Kajian Tentang Sengon Solomon

Pohon Sengon Solomon berukuran sedang sampai besar, tinggi dapat mencapai 40 m, tinggi batang bebas cabang 20 m. Tidak berbanir, kulit licin, berwarna kelabu muda, bulat agak lurus. Diameter pohon dewasa bisa mencapai 100 cm atau lebih. Tajuk berbentuk perisai, jarang, selalu hijau. Daun Sengon tersusun majemuk menyirip ganda panjang dapat mencapai 40 cm, terdiri dari 8 – 15 pasang anak tangkai daun yang berisi 15 – 25 helai daun, dengan anak daunnya kecil-kecil dan mudah rontok. Warna daun hijau pupus, berfungsi untuk memasak makanan dan sekaligus sebagai penyerap nitrogen dan karbon dioksida dari udara bebas.

3. Keunggulan Sengon Solomon Hasil *Kultur in Vitro*

Tingkat pembungaan dan pembuahan sengon solomon masih rendah. Sementara itu, pengambilan benih langsung ke tempat asalnya dianggap tidak efisien dan harus melalui

prosedur legalitas yang relatif sulit. Karena itu, perbanyak tanaman sengon solomon biasanya dilakukan dengan kultur jaringan. Selain cepat, jumlah bibit yang dihasilkan relatif banyak. Melalui kultur jaringan, bibit yang diperoleh memiliki susunan genetik yang identik dengan indukannya dan memiliki potensi pertumbuhan yang sama pula.



Gambar 1. Sengon lokal (A) dan sengon solomon hasil kultur *in vitro* (B)

4. Sengon Solomon Hasil *Kultur in Vitro* Tingkatkan Usaha Pembibitan Sengon
Berdasarkan hasil pengamatan, pertumbuhan sengon solomon pada umur lima tahun memiliki diameter (DBH) rata-rata 31 cm dan tinggi 22 meter. Selain tinggi dan diameter batang, keunggulan sengon solomon dapat dilihat dari tingkat vigor, viabilitas, kelurusan batang, dan percabangan. Warna batang putih abu-abu cerah mengidentifikasi tanaman memiliki vigor dan viabilitas yang baik. Sengon solomon tumbuh lebih lurus dan silindris dengan percabangan yang ringan (tidak terlalu rindang). Dari data di atas, dapat diasumsikan kayu yang akan diperoleh dengan luasan tertentu sebagai berikut.

Tabel 4 Potensi kayu sengon solomon

Luas penanaman	1.000 hektare
Jarak tanam awal	3 x 3 meter
Kerapatan tanam awal	1.110 pohon/hektare
Kerapatan akhir	500 pohon/hektare
Masa tanam	5 tahun
Rata-rata tinggi	22 meter
Rata-rata DBH	31 cm
Volume/pohon	0,85 m ³ /pohon
Volume/hektare	425 m ³
Volume/1.000 hektare	425.000 m ³

Keterangan:

Rumus volume/pohon : $0,00004 (DBH)^2 \times \text{tinggi}$

5. Hama dan Penyakit pada Sengon Solomon Hasil *Kultur in Vitro*
Keuntungan lain *kultur in vitro* yaitu bibit yang dihasilkan biasanya bebas hama dan penyakit sehingga kekhawatiran petani dan praktisi penanaman sengon terhadap penyakit kanker karat kayu (*Uromycladium tepprianum*) dapat diminimalisasi.
6. Budidaya Sengon Solomon Hasil *Kultur in Vitro*
Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam budidaya sengon solomon hasil *kultur in vitro* adalah :
 - a. Pemilihan Bibit
Pilihlah bibit tanaman sengon solomon yang berkualitas.
 - b. Penyiapan lahan
Penyiapan lahan pada prinsipnya membebaskan lahan dari tumbuhan pengganggu dengan tujuan untuk memberikan ruang tumbuh kepada tanaman yang akan dibudidayakan. Cara pelaksanaan persiapan lahan dimulai dari pembukaan lahan, pembersihan lahan dengan membuat lubang untuk tanaman sengon.
 - c. Tahap penanaman
Masukkan pupuk kompos+NPK 2,5 gr (campur) sebagai pupuk dasar diendapkan dilubang setinggi 30 cm (dapat langsung tanam atau 3-7 hr kemudian baru tanam). Kemudian masukkan bibit yang polibagnya sudah dibuka/disobek kedalam, dudukan yang benar/rata, lalu isi tanah kompos sebagai penutup akar dengan tanah setinggi 20 cm (jangan terlalu dipadatkan), hingga tersisa lubang 10 cm sebagai kantong air. Akan memaksimalkan pertumbuhan dan perkembangan sengon solomon.
 - d. Tahap Pemeliharaan
Didalam pemeliharaan tanaman pohon sengon diperlukan beberapa hal untuk menunjang pertumbuhan pohon sengon solomon. Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan berupa kegiatan penyulaman, penyiangan, pendangiran, pemangkasan, dan penjarangan.

Dokumentasi kegiatan penyuluhan “Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pekarangan/Kebun dengan Sengon Solomon Hasil *Kultur in Vitro* pada Kelompok Usaha Pembibitan Sengon Di Kabupaten Malang” dan pelatihan budidaya bibit sengon solomon hasil *kultur in vitro* tampak pada gambar 2 dibawah ini :





Gambar 2. Kegiatan penyuluhan dan pelatihan budidaya sengon solomon hasil kultur in vitro

SIMPULAN

1. Peningkatan kemampuan pembibit dalam membibit sengon telah berhasil dilakukan melalui penyuluhan dan pelatihan “Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pekarangan/Kebun dengan Sengon Solomon Hasil Kultur in Vitro pada Kelompok Usaha Pembibitan Sengon Di Kabupaten Malang”.
2. Peningkatan penyediaan benih-benih yang memiliki kualitas tinggi agar menghasilkan pohon dan hasil kayu yang bermutu telah berhasil dilakukan melalui budidaya sengon solomon hasil kultur in vitro.
3. Peningkatan bibit sengon unggul yang dihasilkan yang berdampak pada jumlah produksi bibit sengon telah berhasil dilakukan melalui budidaya sengon solomon hasil kultur in vitro.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti yang telah memberikan dukungan keuangan untuk penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonimous. 1987. Hasil Perumusan Diskusi Sifat dan Kegunaan Jenis Kayu Hutan Tanaman Industri (HTI). *Sylva Tropika*. 2(2). Warta Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Laboratorium Silvikultur. 2007. *Final Report Seed Source and Nursery Technology Development Project Genetic Material Selection and Collection of Potential-Plantation Tree Species*. IPB. Bogor.
- Lee, R. 2009. Berkebun Sengon. <http://agromania@yahoogroups.com>. Diakses tanggal 19 Oktober 2009.

- NFTA *World Education*. 1991. *Paraserianthes falcataria* : Juara Pertumbuhan di Asia Tenggara. Lembar Informasi Pohon Pengikat Nitrogen. Konsorsium Pengembangan Dataran Tinggi Nusa Tenggara. *Nitrogen Fixing Tree Associational*. Studio Driya Media. Jakarta.
- Martawijaya, A. dan I. Kartasujana. 1977. Ciri Umum, Sifat dan Kegunaan Jenis-Jenis Kayu Indonesia. Publikasi Khusus 41. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- RKPD Kabupaten Malang Tahun 2015. 2015.
- Sanusi. 2008. Sengon. *Trubus*. <http://www.trubus-online.co.id>. Diakses tanggal 25 Agustus 2009.

Keanekaragaman Jenis Herpetofauna Nokturnal di Area Coban Jahe, Desa Pandansari Lor, Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang, Jawa Timur

Yunita Indrawati, Berry Fakhry Hanifa, Luhur Septiadi, Muhammad ZAKaria Alwi, Ainul Khatimah, Itsnatul Azizah

Jurusan Biologi, FST, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Email: anugrahqinside@gmail.com

Abstrak

Sebagai salah satu air terjun di Pulau Jawa, Coban Jahe adalah tempat yang menarik untuk dikuak potensinya. Keberadaan herpetofauna di Coban Jahe kurang mendapat perhatian, hal ini dibuktikan oleh kurangnya data terkait herpetofauna di lokasi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengetahui keanekaragaman jenis herpetofauna. Pengambilan data dilakukan sejak bulan Februari 2018 hingga April 2018 ketika malam hari. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Visual Encounter Suvey di zona yang berbeda dan dibatasi oleh waktu. Penelitian ini mengungkapkan bahwa terdapat 51 individu dalam 11 jenis herpetofauna (4 jenis reptile dan 7 jenis amfibi). Terdapat 1 spesies yang dikategorikan sebagai Data Deficient, 1 spesies Vulnerable, dan 9 spesies berstatus Least Concern menurut IUCN red List 2017. Penelitian ini menunjukkan bahwa Coban Jahe termasuk dalam tingkat keanekaragaman menengah, indeks pemerataan tinggi, dan nilai dominansi yang relatif rendah.

Kata kunci:

amfibia,
reptilia,
keanekaragaman,
Coban Jahe

PENDAHULUAN

Menurut Bappenas (2003), Indonesia merupakan negara megabiodiversitas. Disebutkan bahwa Indonesia memiliki potensi sumber daya alam yang sangat melimpah. Luas daratan Indonesia 1,32% dari luas daratan dunia yang dihuni oleh 25% jenis ikan, 17% jenis burung, 16% jenis reptil dan amfibi, 15% jenis serangga, 12 % jenis binatang menyusui, serta 10% jenis tumbuhan berbunga yang ada di dunia. Sudah pasti bahwa hal tersebut merupakan potensi yang sangat besar, namun sangat disayangkan bahwa penelitian satwa liar di Indonesia salah satunya di bidang Herpetology masih sangat terbatas (Noberio et al, 2015).

Herpetologi merupakan suatu cabang ilmu yang mempelajari tentang reptil-amfibi. Persebaran kelompok studi ini masih sangat minim di Indonesia (Iskandar dan Erdelen, 2006). Hal ini tidak lain karena adanya paradigma negatif oleh masyarakat terhadap hewan-hewan ini, seakan sudah menjadi cap bahwa hewan-hewan tersebut merupakan hewan yang menjijikkan, harus dijauhi, dan bahkan dimusnahkan. Salah satu hasil survey paradigma masyarakat terhadap Herpetofauna (Jayanto, dkk, 2014) menunjukkan bahwa 60% responden pernah melihat pembunuhan terhadap ular. Hal tersebut membuktikan bahwa masyarakat masih menunjukkan sikap yang negatif terhadap keberadaan fauna ini.. Apabila kebiasaan

tersebut masih dipelihara maka keasrian dan kelestarian hewan-hewan ini terancam punah dan menyebabkan ketidakseimbangan lingkungan.

Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai hewan-hewan tersebut agar perkembangannya dapat termonitoring sebelum jenisnya raib karena perubahan alam atau pun perburuan manusia. Jenis yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah reptil-amfibi dengan target lokasi yaitu Coban Jahe.

Sebagai salah satu air terjun di Pulau Jawa, Coban Jahe adalah tempat yang menarik untuk dikuak potensinya. Kawasan ini terletak di Dusun Bengawan, Desa Pandansari Lor, Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang dan masih berada di kawasan Perhutani RPH Sukopuro Jabung dengan titik koordinat $7^{\circ} 58' 19.91''$ S $113^{\circ} 6' 54.84''$ E. Area Coban Jahe terdiri atas hutan alami dan sumber mata air yang mendukung beberapa keanekaragaman ekosistem untuk hidup di area tersebut, salah satunya adalah herpetofauna. Secara geografis Coban Jahe terletak di daerah sumber air dengan topografi yang beragam. Lokasi Coban Jahe terbilang asri, hal ini didukung oleh lokasinya yang jauh dari pemukiman dan harus menempuh jalanan yang terjal sebelum menuju ke Coban Jahe. Coban Jahe memiliki air terjun yang curam dan sungai yang cukup deras, serta dikelilingi oleh berbagai vegetasi tanaman berupa semai, pancang, tiang, dan pohon sehingga diperkirakan area ini berpotensi dijumpai berbagai kodok gunung seperti *Bufo asper* dan berbagai jenis reptil.

Penobatan Coban Jahe sebagai kawasan wisata alam dikhawatirkan membuat keberadaan herpetofauna terancam. Pasalnya frekuensi kehadiran manusia pada suatu habitat dapat mempengaruhi ekosistem yang ada di dalamnya. Maka dibutuhkan monitoring keberadaan herpetofauna sebelum keberadaannya hilang dari peradaban.

Perkembangan informasi mengenai keberadaan jenis Herpetofauna yang ada di Coban Jahe sampai saat ini belum pernah dilakukan, apalagi data mengenai penelitian Herpetofauna di Jawa masih minim. Beberapa data penelitian Herpetofauna di Jawa hingga saat ini yang bisa diakses adalah: Penelitian oleh (Riyanto, 2008) yang telah menemukan 43 jenis herpetofauna di Taman Nasional Gunung Ciremai Jawa Barat, (Yudha, 2014), (Utami, 2016) yang menemukan 14 jenis Herpetofauna di wilayah Rorokuning dan 13 jenis Herpetofauna di wilayah Irenggolo, serta beberapa penelitian lainnya. Keminiman data tersebut menyebabkan penelitian berbasis keanekaragaman untuk memonitoring jumlah spesies yang ada sangat diperlukan..

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis Herpetofauna yang berada di kawasan Coban Jahe. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi yang lengkap dan menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya, khususnya di bidang konservasi dan ekologi Herpetofauna di wilayah sekitar Coban Jahe.

METODE

Dilakukan survey lapangan sebelum pengamatan, hal ini bertujuan untuk mengenal kondisi lapangan dan pembagian spot penelitian. Spesimen yang diamati adalah semua jenis reptil dan amfibi, Pengambilan data dilakukan sejak bulan Februari 2018 hingga April 2018 ketika malam hari. Lokasi penelitian berada di Coban Jahe, Desa pandansari Lor, Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang.

Penelitian menggunakan metode *Visual Encounter Survei* (VES). Dengan batas waktu pengamatan 3 jam (Jaeger, 1994; Crump and Scott, 1994; Kusriani, 2009). Pengamatan dan

pengumpulan spesimen pada pukul (20.00-23.00 WIB) selama 3 kali pengulangan dengan menggunakan alat bantu berupa senter berresolusi tinggi sebagai penerang, kantung plastik dan karung sebagai tempat penyimpanan sampel sementara, serta snake handling tool sebagai alat bantu penangkapan ular. Selama pengamatan ditentukan titik awal jalur, koordinat dan ketinggiannya ditandai dengan menggunakan GPS untuk mengetahui spot tempat hewan ditemukan

Jumlah zona yang digarap sebanyak 3 zona. Zona 1 yaitu zona sekitar taman dan tempat perkemahan, zona 2 sekitar serasah dan tebing di sepanjang jalan menanjak dan jalan turun, zona 3 adalah wilayah sekitar air terjun. Pengamatan difokuskan pada sarang atau persembunyian herpetofauna seperti: tepi sungai, lubang pohon, dibawah kayu lapuk, dibawah batu, dibawah serasah, celah-celah akar dan kulit pohon serta pada semak-semak.

Spesimen yang ditemukan kemudian ditangkap dan diidentifikasi menggunakan buku identifikasi karangan Das (2015) dan Iskandar (1998). waktu penangkapan kemudian didokumentasikan, dan diambil *specimen voucher*, sedangkan spesimen yang lainnya dilepaskan kembali ke habitatnya (Reynolds et. al., 1994) dalam (Septiadi et. al., 2017). *Specimen voucher* kemudian diawetkan di Laboratorium Fisiologi Hewan, Jurusan Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Hasil data yang didapat dianalisis menggunakan indeks diversitas Shanon-Weiner, indeks kemerataan Simpson, indeks kekayaan jenis Margalef, dominasi dan frekuensi relatif untuk menentukan potensi keanekaragaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Herpetofauna yang Ditemukan di Coban Jahe

4 jenis dari 3 suku anggota Ordo Squamata dan 7 jenis dari 4 suku anggota Ordo Anura telah berhasil diidentifikasi. Semu amfibi yang telah ditemukan termasuk dalam bangsa anura sebanyak 7 jenis dari 4 suku terdiri dari Megophryidae (1 jenis), Bufonidae (1 jenis), Ranidae (4 jenis), dan Rachophoridae (1 jenis). Sedangkan jumlah reptil yang ditemukan sebanyak 4 jenis dari 3 suku. Jumlah masing-masing suku diantaranya Agamidae (1 jenis), Colubridae (1 jenis), Gekkonidae (2 jenis).

Berdasarkan hasil pengukuran selama di lapangan diperoleh bahwa suhu air dan suhu udara pada sampling ke 1 dan ke 2 adalah 21^oC dan 28^oC. Sedangkan suhu air maupun suhu udara pada sampling ke 3 luput dari pemeriksaan.

Herpetofauna		IUCN	HABITAT	SAMPLING			n
Famili	Spesies			1	2	3	
Megophryidae	<i>Leptobrachium hasseltii</i>	LC	Terrestrial	V	V		2
Bufonidae	<i>Bufo asper</i>	LC	Terrestrial	V	V	V	21
Ranidae	<i>Hylarana chalconota</i>	LC	Semi-akuatik	V	V		5
	<i>Huia masonii</i>	VU	Akuatik	V	V	V	3
	<i>Odorrana hosii</i>	LC	Semi-akuatik		V		7

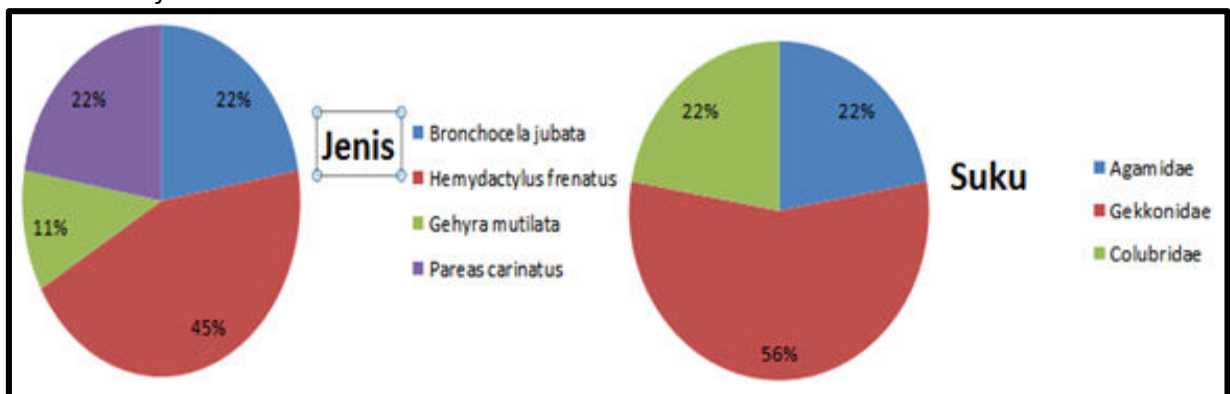
	<i>Limnonectes sp.</i>	LC		V	2	
	<i>Polypedates leucomystax</i>	LC	Arboreal	V	V	2
Rhacophoridae						
Agamidae	<i>Bronchocela jubata</i>	LC	Arboreal		V	2
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	LC	Terrestrial	V	V	4
	<i>Gehyra mutilata</i>	DD	Terrestrial		V	1
Colubridae	<i>Pareas carinatus</i>	LC	Arboreal	V	V	2
Total						50

Tabel 1. Keanekaragaman Reptil Amfibi yang dijumpai di Lokasi Coban Jahe

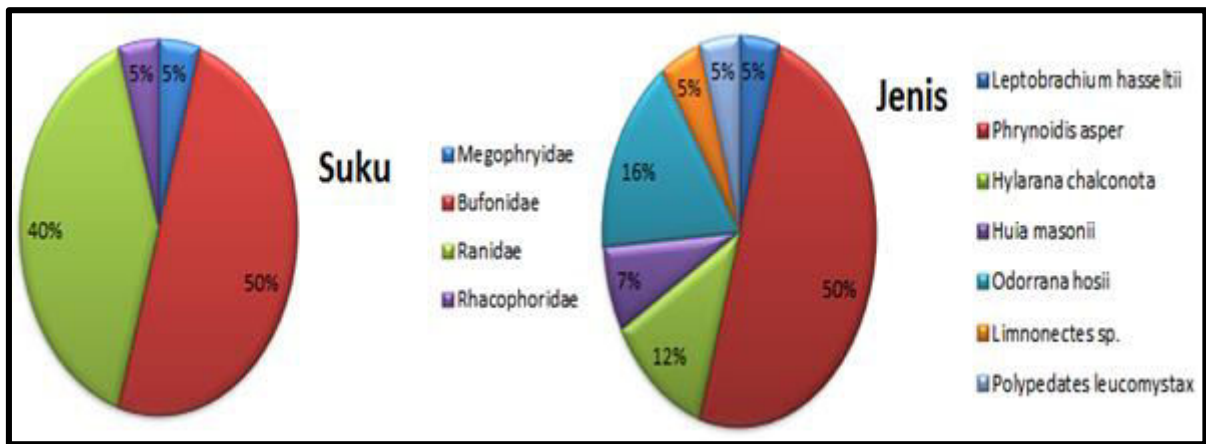
Keterangan : LC : *Least Concern*; VU : *Vulnerable*; DD : *Data deficient*; IUCN: *International Union for Conservational Nature*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah jenis herpetofauna di Coban Jahe tergolong rendah jika dibandingkan dengan penelitian lain di Sumatra oleh Darmawan (2008) dan Joseph (2008) dalam Noberio et al (2015) di lokasi bekas HPH PT RKI Bungo di Jambi, Darmawan menemukan amfibi sebanyak 37 Jenis, dan Joseph berhasil menemukan 31 jenis reptil. Selain itu, Enderwin (2006) telah mengumpulkan sebanyak 51 jenis reptil di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Teynie et al (2010) mencatat jumlah jenis herpetofauna yang terdiri dari 17 jenis amfibi dan 38 jenis reptil.

Jumlah individu yang tertangkap dari semua jenis itu sebanyak 51 individu. Jumlahnya diwakili oleh 42 anura dan 9 reptil. Suku Bufonidae memiliki presentase terbanyak bila dibandingkan dengan suku lain, yaitu sebanyak 21 individu (50%). Suku ini diwakili oleh 1 jenis anura, yaitu *Bufo asper*. Ranidae sebanyak 17 individu (40%) terdiri dari *Hylarana chalconota* (12%), *Huia masonii* (7 %), *Odorrana hosii* (16%), dan *Limnonectes sp.*(5%). Suku Megophryidae dan Rhacophoridae memiliki presentase yang sama (5%) masing-masing diwakili oleh *Leptobrachium hasseltii* (5%) dan *Polypedates leucomystax* (5%). Pada Kelas Reptilia, Suku Gekkonidae memiliki presentase sebesar 56% yaitu sebanyak 5 individu yang diwakili oleh *Hemidactylus frenatus* (45%) dan *Gehyra mutilata* (11%). Suku Agamidae dan Colubridae juga memiliki presentase yang sama (22%), masing-masing diwakili oleh *Bronchocela jubata* dan *Pareas carinatus*.



Tabel 2. Presentasi jumlah individu tiap-tiap suku pada amfibi dan reptil coban jahe



Tabel 3. Presentasi jumlah individu tiap-tiap suku pada amfibi dan reptil Coban Jahe

Potensi Diversitas Reptil Amfibi di lokasi wisata Coban Jahe

Hasil data yang didapatkan, kemudian dianalisis potensi keanekaragamannya menggunakan indeks diversitas, nilai frekuensi dan dominansi yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

ZONA	N	S	D mg	H'	E	D
1	18	7	2.076	1.5811	0.8125	0.229
2	19	6	1.698	1.2291	0.686	0.398
3	14	4	1.137	1.1953	0.8622	0.297

Tabel 4. Indeks Diversitas Herpetofauna di Lokasi Coban Jahe Tiap-Tiap Zona

N : jumlah individu seluruh jenis; **Dmg**: indeks kekayaan Margalef; **S** : jumlah jenis yang ditemukan; **H'** : indeks diversitas Shanon-Weiner; **E**: indeks pemerataan Simpson, **D**: Dominansi

Indeks	Nilai indeks	Keterangan
Dominansi	0.2	Rendah
Keanekaragaman Jenis	1.944	Sedang
Kemerataan Jenis	0.810	Tertekan
Kekayaan Jenis	2, 543	Sedang

Tabel 5. Nilai Indeks Diversitas di Lokasi Coban Jahe

Jenis Herpetofauna		ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3		
Famili	Spesies	n	F _i	FR(%)	n	F	FR (%)	n=	F	FR(%)
Megophryidae	<i>Leptobrachium hasselti</i>	1	0.3333	5.556	1	0.3333	5.263	0	0	0
	Bufonidae	<i>Phrynomidis asper</i>	8	2.6667	44.44	12	4	63.16	1	0.3333	7.143
Ranidae	<i>Hylarana chalconota</i>	1	0.3333	5.556	1	0.3333	5.263	3	1	21.43
	<i>Huia masonii</i>	0	0	0	0	0	0	3	1	21.43
	<i>Odorrana hosii</i>	0	0	0	0	0	0	7	2.3333	50
	<i>Limnonectes sp.</i>	2	0.6667	11.11	0	0	0	0	0	0
Rhacoporidae	<i>Polypedates leucomystax</i>	1	0.3333	5.556	1	0.3333	5.263	0	0	0
Agamidae	<i>Bronchocela jubata</i>	0	0	0	2	0.6667	10.53	0	0	0
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	4	1.3333	22.22	0	0	0	0	0	0
	<i>Gehyra mutilata</i>	1	0.3333	5.556	0	0	0	0	0	0
Colubridae	<i>Pareas carinatus</i>	0	0	0	2	0.6667	10.53	0	0	0
TOTAL		6		100	6.3333		100	4.6667		100

Tabel 6. Nilai Frekuensi Herpetofauna di Lokasi Coban Jahe
n: jumlah Individu-i, **F:** Frekuensi, **FR (%):** Frekuensi relative

Perhitungan indeks diversitas menunjukkan bahwa keanekaragaman pada zona 1, 2, dan 3 (tabel 1), yakni 1.581, 1.2291, 1.1953. Sedangkan untuk nilai pemerataan ketiga zona tersebut (tabel 1) adalah cenderung tertekan lingkungan. Dengan kriteria nilai indeks pemerataan berkisar antara 0-1 dikatakan cenderung tertekan lingkungan (Krebs, 1985). Sedangkan untuk nilai pemerataan ketiga zona tersebut (tabel 1) adalah cenderung tertekan lingkungan. Dengan kriteria nilai indeks pemerataan berkisar antara 0-1 dikatakan cenderung tertekan lingkungan (Krebs, 1985). Dominansi spesies pada setiap zona (tabel 1), pada zona 1 dan zona 3 dominansinya adalah 0.229 dan 0.297 atau dapat dikatakan dominansi spesies rendah. Sedangkan pada zona 2 tergolong sedang yaitu berkisa 0.398 Jika D 0.01 – 0.30 maka dominansi rendah, 0.31 – 0.60 maka dominansi sedang dan D 0.61 – 1,0 maka dominansi tinggi. Untuk Indeks Margalef ketiga zona menunjukkan tingkat kekayaan jenis yang rendah (tabel 1), karena nilai indeks kurang dari 2.5.

Secara keseluruhan, Analisis keanekaragaman jenis yang telah ditemukan di Coban Jahe mencapai angka 1.944. Hal ini yang menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis di Coban Jahe tergolong sedang (tabel 4). Menurut (Odum, 1993) jika $H' < 1$, maka keanekaragaman rendah, $H' 1 - 3$, maka keanekaragaman sedang, dan $H' > 3$, maka keanekaragaman tinggi. Nilai Dominansi sebesar 0.2, yang bermakna Dominansi tergolong rendah (tabel 4). Jika nilai D 0.01 – 0.30 maka Dominansi rendah, jika nilai D 0.31 – 0.60 maka Dominansi tergolong sedang dan jika nilai D 0.61 – 1.0 maka Dominansi tergolong tinggi.

Indeks Kemerataan jenis di Coban Jahe mencapai angka sebesar 0.810, yang artinya pemerataan jenis terbilang cenderung tertekan oleh lingkungan (tabel 4). Menurut Krebs (1985) nilai indeks pemerataan berkisar antara 0-1 cenderung tertekan lingkungan. Indeks Kekayaan jenis, didapatkan nilai sebesar 2, 543 yang berarti kekayaan jenis di lokasi wisata Ledok Amprong terbilang sedang (tabel 2). Merujuk pada kriteria menurut Hill (2005), apabila $R < 2.5$ menunjukkan tingkat kekayaan jenis yang rendah, $2.5 > R > 4$ menunjukkan tingkat kekayaan jenis yang sedang, $R > 4$ menunjukkan tingkat kekayaan jenis yang tinggi. Hasil analisis frekuensi relatif jenis dari ketiga zonasi, menunjukkan bahwa untuk zona pertama dan zona kedua yang paling banyak ditemukan adalah *Phrynowidius asper* dengan frekuensi relatif sebesar 44.44% dan 63.16%, Sedangkan zona ketiga jenis yang paling banyak ditemukan adalah jenis *Odorana hosii* dengan frekuensi relatif sebesar 50%.

HABITAT

Herpetofauna di kawasan Coban Jahe memiliki tipe habitat yang bervariasi. (tabel 1). Menurut Mistar (2003) tipe habitat reptil amfibi dibagi menjadi 4 tipe diantaranya terrestrial, arboreal, akuatik, dan semi-akuatik dan fossorial. Namun pengamatan tidak menunjukkan adanya herpetofauna di wilayah fossorial.

Pada Kelas Amfibia, Dari ketujuh famili beberapa diantaranya memiliki habitat terrestrial yaitu pada Famili Bufonidae dan Megophryidae yang biasa di temukan di seresah, batu-batuan, dan sepanjang aliran air terjun khususnya jenis *Phrynowidius asper*. Jenis *Phrynowidius asper* pada penelitian ini ditemukan tersebar di hampir seluruh wilayah terrestrial dan akuatik. Pada Kelas Reptilia habitat yang didiami hanya seputar arboreal dan terrestrial. Suku Colubridae yang ditemukan tergolong arboreal kebanyakan ditemukan di atas tumbuhan pakis. Suku Agamidae juga tergolong penghuni habitat arboreal, hanya saja mereka kebanyakan ditemukan pada pohon-pohon yang tingginya bisa mencapai 3 meter. Sedangkan suku lainnya berhabitat terrestrial dan ditemukan di tebing-tebing atau pun dinding yaitu Gekkonidae

Jenis-jenis dari Famili Bufonidae dan Megophryidae kebanyakan memiliki kaki pendek sehingga mereka tidak bergerak jauh untuk menghalangi bahaya. Untuk menghindari pemangsanya, Famili Megophryidae umumnya berkamuflase sedangkan Bufonidae dilengkapi dengan kelenjar racun pada kulitnya (Iskandar, 1998). Famili Rhacophoridae berada pada habitat arboreal. Famili ini ditemukan pada pohon-pohon yang memiliki ketinggian 1,5 meter dan pada tumbuhan pendek seperti talas. Sedangkan untuk spesies yang berhabitat akuatik diantaranya *Huia masonii* dan *Hylarana chalconota* biasa dijumpai di sepanjang badan aliran sungai terusan air terjun, bebatuan sekitar air terjun, dan semak-semak lembab. Spesies lain seperti *Odorana hosii* yang tergolong berhabitat semi-akuatik, nyatanya pada pengamatan ini hanya ditemukan di habitat akuatik yakni di bebatuan sepanjang aliran air terjun. Spesies lain yang terlihat namun tidak tertangkap adalah *Limnonectes sp.*

Berdasarkan IUCN Red List 2017, sebagian besar Herpetofauna yang teridentifikasi di Coban Jahe termasuk kedalam kategori Least Concern (LC)/ tidak mengkhawatirkan, dan hanya satu jenis yang berstatus Vulnerable (VU)/ Rentan dan Data Deficient (DD)/ Kurang data yaitu *Huia masonii* dan *gehya mutilate*. Informasi tersebut menunjukkan bahwa herpetofauna yang terdapat di kawasan Coban Jahe tidak ada yang tergolong kritis

KESIMPULAN

Jumlah jenis herpetofauna yang ditemukan area Coban Jahe dari Ordo Squamata adalah 4 spesies yang terdiri dari Suku Gekkonidae, Agamidae dan Colubridae. Sedangkan dari ordo Anura, didapatkan sebanyak 7 spesies yang terdiri dari Famili Bufonidae, Ranidae, Rhacophoridae, dan Megophryidae. Area Coban Jahe tersusun 3 macam habitat ekosistem yang kompleks, tersusun atas fauna yang hidup di 4 tipe habitat diantaranya terrestrial, arboreal, semi-akuatik dan akuatik. Namun berdasarkan nilai indeks diversitas, frekuensi relatif, dan nilai dominansi, daerah ini memiliki potensi keanekaragaman yang relatif rendah dan perlu dilakukan upaya konservasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Aku dan kata, tak mampu ungkapkan semua rasa, terlalu luas meski hanya sekadar berucap terima kasih. Pada Yang Maha dari segala Maha, terima kasih yang tanpa-Mu dunia tak ada arti. Pada Tim Herpetology Maliki, kamu semua sudah jadi warna, terimakasih. Pada seluruh warga Biologi, terima kasih sudah menjadi tangan pada si anak bodoh ini. Pada penjaga Coban Jahe, terima kasih kamu sudah membuka gerbangnya. Pada Bapak, Ibuk, dan Saudara-saudaraku, terimakasih itu pasti. Dari segenap rasa yang terdalam, cinta adalah sebuah kata yang ingin kuberikan padamu semua. And I wanna say I love you all. Dan paling akhir, semoga kita bisa reuni di surga.

DAFTAR PUSTAKA

- Crump, M. L., and N.J. Scott., 1994. *Visual Encounter Surveys in Measuring dan Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington.
- Darmawan, B. 2008. Keanekaragaman Amfibi di Berbagai Tipe Habitat: Studi Kasus di Eks-HPH PT Rimba Karya Indah Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi. *Skripsi*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas kehutanan Institut pertanian Bogor. Bogor.
- Das, Indraneil. 2015. *A field guide to the reptiles of South-East Asia*. Bloomsbury Publishing, London.
- Hill, D. Fasham, M. Tucker, G. Shewry, M. dan Shaw, P. 2005. *Handbook of Biodiversity Methods, Survey, Evaluation and Monitoring*. Cambridge University Press, New York.
- Inger, R.F. dan H.K. Voris. 2001. Biogeographical Relations of the Frog and Snake of Sundaland. *Journal of Biogeography*. 28: 863-891.
- Iskandar, D.T. 1998. *Amfibi Jawa dan Bali-Seri Panduan Lapangan*. Puslitbang LIPI. Bogor.
- Iskandar, D.T. 2006. Erdelen, W.R. 2006. Conservation of Amphibians Reptiles in Indonesia: Issues and Problems. *Amphibian and Reptile Conservation* 4(1):60-87.
- IUCN] International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Conservation International, and NatureServe. 2017. *Habitat Preferences*. <http://www.iucnredlist.org/initiatives/amphibians/analysis/habitat>. Diakses pada tanggal 7 Agustus 2017.
- Jaeger, R. G., 1994. *Transect Sampling in Measuring dan Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Jayanto, Herdhanu. Cega, G.F. Tarekat, A.A. Damayanti, A. A. Epilurrahman, Rury. 2014. Survey Paradigma Masyarakat Yogyakarta Terhadap Keberadaan Serta Konservasi Amfibi Dan Reptil. *Indonesian Journal of Conservation*. 03 (01).

- Krebs, C. J., 1985. *Ecology Experimental Analysis of Distribution Abundance*. Harper & Row Publisher, Philadelphia.
- Kusrini M.D., 2008. *Pedoman Penelitian Dan Survey Amfibi Di Alam*. Fakultas Kehutanan, IPB Bogor.
- Mistar, 2003. *Panduan Lapangan Amfibi Kawasan Ekosistem Leuser*. Bogor: *The Gibbon Foundation & PILI-NGO Movement*. Diakses melalui <http://d.yimg.com/ka/groups/23403542/1688751700/name/metodherpet.doc> pada tanggal 27 Januari 2017.
- Noberio, Deny. Setiawan, Arum. Setiawan, Doni. 2015. Inventory Of Herpetofauna In Regional Germplasm Preservation In Pulp And Paper Industry Ogan Komering Ilir Regency South Sumatra BIOVALENTIA: Biological Research Journal E-ISSN. Vol 1, No 1 (2015)
- Odum E.P., 1993. *Dasar-dasar Ekologi. Edisi Ketiga*. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Oktiana, Dyna. Antono, Wedi. 2015. Keanekaragaman burung di lingkungan Unit Pembangkit Indonesia Power (UP IP) Tambak Lorok, Semarang. PROS SEM NAS MASY BIODIV INDONESIA Volume 1, Nomor 5,
- Septiadi, Luhur. Hanifa, B.F. Khatimah, Ainul. Indawati, Yunita. Alwi, M..Z. Erfanda, M.P. 2018. Study of Reptile and Amphibian Diversitu at Ledok Amprong Poncokusumo, Malang East Java. *Jurnal Biotropika*. 06(02).
- Yudha, D.S. Yonathan, Eprilurahman, Rury. Indrawan, Septiana. Cahyanongrum, Eka. 2015. Keanekaragaman dan Kemerataan Spesies Anggota Ordo Anura di Lereng Selatan Gunung Merapi Tahun 2012. *Biosfera*. 31(1)

Strategi Pemasaran Pakan Komplit Sapi Potong

Sutawi, Tatag Mutaqin, Tedjo Budiwijono

Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang

Email: sutawi@umm.ac.id

Abstrak

Peningkatan populasi dan produktivitas sapi potong lokal dalam upaya mencapai swasembada daging memerlukan dukungan ketersediaan pakan yang cukup baik kuantitas maupun kualitasnya, misalnya pakan komplit. Penelitian ini bertujuan: (1) Mengidentifikasi faktor-faktor kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman pemasaran pakan komplit sapi potong; dan (2) Merumuskan strategi pemasaran pakan komplit sapi potong. Identifikasi faktor-faktor internal dan eksternal pakan komplit dilakukan dengan metode survei pada kelompok-kelompok peternak sapi potong yang telah diberi sampel pakan komplit, sedangkan perumusan strategi pemasaran dilakukan dengan analisis SWOT (Rangkuti, 2005). Berdasarkan perhitungan nilai IFAS diketahui bahwa nilai kekuatan pakan komplit 1,398 lebih rendah daripada nilai kelemahan 1,981 dengan selisih -0,583, sedangkan perhitungan nilai EFAS menunjukkan nilai peluang 1,671 lebih rendah daripada nilai ancaman 1,951 dengan selisih -0,280. Strategi pemasaran pakan komplit yang sesuai adalah strategi WT (meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman). Beberapa kegiatan yang perlu dilakukan produsen pakan komplit antara lain: (1) Memaksimalkan penggunaan bahan baku limbah pertanian yang tersedia di wilayah setempat untuk menekan biaya pembuatan pakan komplit, dan (2) Bekerja sama dengan Gapoktan atau KUD dalam sebagai distributor dalam pemasaran pakan komplit sapi potong.

Kata Kunci:

pakan komplit, strategi pemasaran, SWOT

PENDAHULUAN

Swasembada daging sapi merupakan salah satu dari enam sasaran strategis Kementerian Pertanian 2015-2019 (Kementan, 2015). Salah satu upaya untuk mencapai swasembada daging sapi adalah meningkatkan populasi dan produktivitas sapi potong lokal. Upaya ini memerlukan dukungan ketersediaan pakan yang cukup baik kuantitas maupun kualitasnya, misalnya pakan komplit. Pakan komplit (*complete feed*) atau *total mixed ration* (TMR) merupakan campuran bahan-bahan pakan baik berupa hijauan, tebon, limbah pertanian, biji-bijian, sumber protein, mineral, vitamin, dan *feed additives* menjadi satu kesatuan untuk membuat ransum yang seimbang

Diterima:
16 September 2018

Dipresentasikan:
22 September 2018

Disetujui Terbit:
26 Desember 2018

(Mariyono dan Romjali, 2007). Penggemukan sapi potong yang diberi pakan komplit di Magelang Jawa Tengah menghasilkan pertambahan bobot badan harian (PBBH) sapi peranakan Simental $1,14 \pm 0,23$ kg, sapi peranakan Limousin $0,75 \pm 0,26$ kg, dan sapi PO $0,75 \pm 0,09$ kg, sedangkan penggemukan tanpa pakan komplit menghasilkan PBBH sapi peranakan Simental $0,58 \pm 0,40$ kg, sapi peranakan Limousin $0,37 \pm 0,44$ kg, dan sapi PO $0,25 \pm 0,15$ kg (Yuwono dan Subiharta, 2010). Tingginya PBBH pada sapi yang mendapat pakan komplit disebabkan formula pakan komplit telah disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi sapi. Penelitian Jannah dkk. (2012) di Bogor menunjukkan bahwa dari segi konsep produk, pakan komplit sudah dapat diterima dengan baik, dengan indikasi bahwa besarnya tingkat ketertarikan peternak mencapai 57%, meskipun hanya terdapat 47% peternak yang memiliki keinginan untuk membeli ransum komplit. Penelitian ini bertujuan: (1) Mengidentifikasi faktor-faktor kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman pemasaran pakan komplit sapi potong; dan (2) Merumuskan strategi pemasaran pakan komplit sapi potong.

METODE

Penelitian dilakukan di Kabupaten Malang, salah satu sentra peternakan sapi potong Jawa Timur (Disnak Jatim, 2015), dengan metode survei pada kelompok-kelompok peternak sapi potong yang telah diberi sampel pakan komplit. Perumusan strategi pemasaran dilakukan dengan analisis SWOT (Rangkuti, 2005). Tahap pertama analisis SWOT adalah mengidentifikasi faktor-faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dan faktor-faktor eksternal (peluang dan ancaman) pakan komplit sapi potong. Identifikasi Analisis SWOT secara kuantitatif dilakukan dengan penilaian (*scoring*) dan pembobotan (*weighting*) pada masing-masing faktor internal (*Internal Factors Analysis Summary*, IFAS) dan eksternal (*External Factors Analysis Summary*, EFAS). Skoring pada IFAS dan EFAS menggunakan skala Likert, yaitu: 5 (Sangat Setuju), 4 (Setuju), 3 (Cukup Setuju), 2 (Tidak Setuju), dan 1 (Sangat Tidak Setuju). Penilaian dilakukan oleh para pemangku kepentingan (*stakeholder*) yang berkaitan dengan pakan komplit sapi potong, utamanya peternak sapi potong. Hasil perhitungan nilai dan bobot IFAS dan EFAS selanjutnya dimasukkan ke dalam diagram (kuadran) SWOT, di mana selisih antara kekuatan dengan kelemahan sebagai ordinat di sumbu X, sedangkan selisih antara peluang dengan ancaman sebagai ordinat di sumbu Y.

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1. Identifikasi Faktor-faktor Internal dan Eksternal

Hasil identifikasi faktor-faktor internal (IFAS) dan faktor-faktor eksternal (EFAS) pakan komplit sapi potong disajikan pada Tabel 1. Pada IFAS, kekuatan merupakan faktor internal positif yang akan digunakan, sedangkan kelemahan merupakan faktor internal negatif yang akan diperbaiki. Pada EFAS, peluang merupakan faktor eksternal positif yang dapat dimanfaatkan, sedangkan faktor ancaman merupakan faktor eksternal negatif yang perlu dihindari. Terdapat masing-masing enam faktor kekuatan dan faktor kelemahan, serta lima faktor peluang dan ancaman.

Tabel 1. Faktor-faktor Internal (IFAS) dan Eksternal (EFAS) Pakan Komplit Sapi Potong

Faktor Internal (IFAS)	
Kekuatan (Strenght)	Kelemahan (Weakness)
1. Pakan komplit sangat praktis digunakan untuk pakan sapi potong.	1. Ternak sapi perlu waktu adaptasi untuk menyukai dan mengonsumsi pakan komplit secara rutin.
2. Bahan utama pakan komplit berasal dari limbah pertanian.	2. Harga pakan komplit Rp 3.500,-/kg dinilai terlalu mahal.
3. Pakan komplit mempermudah kerja peternak karena tidak tergantung pada ketersediaan hijauan.	3. Belum ada agen/distributor, sehingga menyulitkan peternak dalam membeli pakan komplit.
4. Nilai nutrisi pada pakan komplit sudah lengkap.	4. Belum dilakukan demplot, sehingga peternak masih ragu terhadap kualitas dan efektivitas pakan komplit terhadap produksi dan produktivitas sapi potong.
5. Pakan komplit dapat meningkatkan produksi dan produktivitas ternak sapi potong.	5. Promosi pakan komplit belum sampai ke tingkat peternak.
6. Pembuatan pakan komplit memerlukan teknologi yang cukup sederhana.	6. Ketersediaan pakan komplit belum terjamin.
Faktor Eksternal (EFAS)	
Peluang (Opportunity)	Ancaman (Treath)
1. Pakan komplit merupakan produk baru yang unik dan menarik.	1. Impor sapi bakalan dan daging sapi meningkat mengurangi minat peternak untuk beternak sapi potong.
2. Produsen pakan komplit masih sedikit, sehingga persaingan di pasaran tidak ketat.	2. Fluktuasi harga sapi menyebabkan peternak enggan membeli pakan komplit.
3. Perkembangan usaha peternakan sapi potong cukup pesat memerlukan sumber pakan alternatif yang praktis.	3. Ketersediaan hijauan yang melimpah pada musim hujan.
4. Ketersediaan hijauan yang semakin berkurang karena alih fungsi lahan pertanian.	4. Pakan konsentrat lebih mudah diperoleh dan harganya lebih murah.
5. Terbuka peluang kerjasama pemasaran dengan KUD dan Gapoktan.	5. Keterbatasan modal peternak untuk membeli pakan komplit.

1.2. Penilaian Faktor-faktor Internal dan Eksternal

Hasil penilaian IFAS menunjukkan bahwa nilai kekuatan pakan komplit 1,398, lebih rendah daripada nilai kelemahan 1,981, dengan selisih negatif sebesar -0,583 (Tabel 2). Kelemahan pakan komplit terutama pada faktor: (1) Belum ada agen/distributor, sehingga menyulitkan peternak dalam membeli pakan komplit; dan

(2) Harga pakan komplit Rp 3.500,-/kg dinilai terlalu mahal. Ada dua sistem distribusi yang biasa digunakan oleh produsen pakan, yaitu sistem distribusi langsung kepada peternak dan melalui agen (distributor). Pakan komplit sapi potong merupakan produk baru yang belum dikenal peternak sapi potong. Pemasaran pakan komplit lebih banyak dilakukan secara langsung kepada peternak berdasarkan pesanan. Untuk meningkatkan volume penjualan pakan komplit, produsen perlu bekerjasama dengan Gapoktan atau KUD untuk memasarkan pakan komplit. Harga merupakan determinan terpenting dalam pemasaran pakan komplit. Harga menentukan keuntungan atau kerugian usaha peternakan, dan keputusan peternak untuk membeli pakan komplit. Harga pakan komplit di tingkat peternak ditetapkan Rp 3.500,00/kg atau Rp 175.000,00/kemasan 50 kg. Harga pakan komplit Rp 3.500,00/kg ternyata dinilai mahal bagi peternak. Sebanyak 40% peternak menyatakan akan membeli produk ini jika harganya di bawah Rp 3.500,00/kg, sedangkan 53% peternak tidak akan membeli jika harga pakan komplit di atas Rp 3.500,00/kg. Harga pakan mahal menyebabkan biaya produksi yang besar, karena biaya pakan memberi kontribusi sekitar 60-70% pada usaha budidaya sapi potong.

Tabel 2. Penilaian Faktor-faktor Internal Pakan Komplit Sapi Potongl

	KEKUATAN	Bobot	Rating	Nilai
1	Pakan komplit sangat praktis digunakan untuk pakan sapi potong.	0,097	4	0,388
2	Bahan utama pakan komplit berasal dari limbah pertanian.	0,089	3	0,267
3	Pakan komplit mempermudah kerja peternak karena tidak tergantung pada ketersediaan hijauan.	0,087	3	0,262
4	Nilai nutrisi pada pakan komplit sudah lengkap	0,068	3	0,205
5	Pakan komplit dapat meningkatkan produksi dan produktivitas ternak sapi potong.	0,046	3	0,138
6	Pakan komplit merupakan produk baru yang unik dan menarik.	0,046	3	0,138
	Total Nilai Kekuatan	0,434		1,398
	KELEMAHAN	Bobot	Rating	Nilai
1	Ternak sapi perlu waktu adaptasi untuk menyukai dan mengonsumsi pakan komplit secara rutin.	0,093	2	0,185
2	Harga pakan komplit Rp 3.500,-/kg dinilai terlalu mahal.	0,083	4	0,332
3	Belum ada agen/distributor, sehingga menyulitkan peternak dalam membeli pakan komplit.	0,105	4	0,418

4	Belum dilakukan demplot, sehingga peternak masih ragu terhadap kualitas dan efektivitas pakan komplit terhadap produksi dan produktivitas sapi potong.	0,099	3	0,298
5	Promosi pakan komplit belum sampai ke tingkat peternak.	0,093	4	0,374
6	Ketersediaan pakan komplit belum terjamin.	0,093	4	0,374
Total Nilai Kelemahan		0,566		1,981

Hasil penilaian EFAS menunjukkan bahwa nilai peluang 1,671, lebih rendah daripada nilai ancaman 1,951, dengan selisih negatif sebesar -0,280 (Tabel 3). Ancaman pemasaran pakan komplit terutama pada faktor: (1) Keterbatasan modal peternak untuk membeli pakan komplit, (2) Ketersediaan hijauan yang melimpah pada musim hujan, dan (3) Impor sapi bakalan dan daging sapi meningkat mengurangi minat peternak untuk beternak sapi potong.

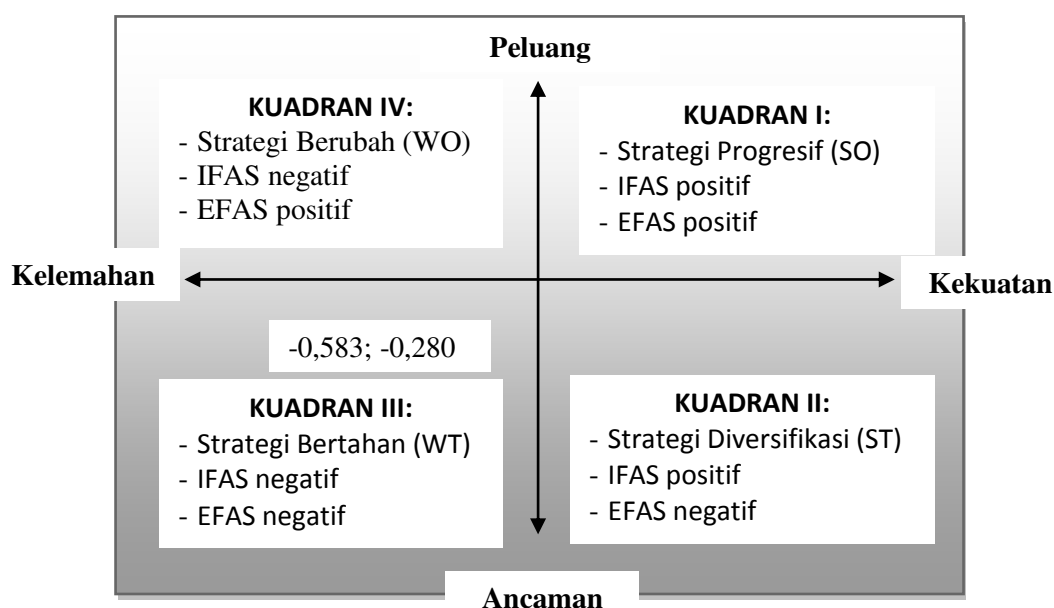
Tabel 3. Penilaian Faktor-faktor Eksternal Pakan Komplit Sapi Potong

PELUANG		Bobot	Rating	Nilai
1	Pembuatan pakan komplit memerlukan teknologi yang cukup sederhana.	0,052	2	0,103
2	Produsen pakan komplit masih sedikit, sehingga persaingan di pasaran tidak ketat.	0,109	4	0,436
3	Perkembangan usaha peternakan sapi potong cukup pesat memerlukan sumber pakan alternatif yang praktis.	0,114	4	0,456
4	Ketersediaan hijauan yang semakin berkurang karena alih fungsi lahan pertanian.	0,087	3	0,262
5	Terbuka peluang kerjasama pemasaran dengan KUD dan Gapoktan.	0,103	4	0,413
Total Nilai Peluang		0,465		1,671
ANCAMAN		Bobot	Rating	Nilai
1	Impor sapi bakalan dan daging sapi meningkat mengurangi minat peternak untuk beternak sapi potong.	0,110	4	0,440
2	Fluktuasi harga sapi menyebabkan peternak enggan membeli pakan komplit.	0,096	3	0,287
3	Ketersediaan hijauan yang melimpah pada musim hujan.	0,115	4	0,460
4	Pakan konsentrat lebih mudah diperoleh dan harganya lebih murah.	0,092	3	0,275

5	Keterbatasan modal peternak untuk membeli pakan komplit.	0,122	4	0,490
	Total Nilai Ancaman	0,535		1,951

1.3. Strategi Pemasaran

Perumusan strategi pemasarann dilakukan dengan menyusun nilai IFAS dan EFAS pada suatu matrik, kemudian merumuskan secara deskriptif strategi-strategi SO, WO, ST, dan WT. Strategi SO adalah strategi menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang, strategi WO meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang, strategi ST menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman, dan strategi WT meminimalkan kelimahan dan menghindari ancaman.



Gambar 1 Strategi Pemasaran Pakan Komplit

Berdasarkan perhitungan nilai IFAS diketahui bahwa nilai kekuatan pakan komplit 1,398, lebih rendah daripada nilai kelemahan 1,981, dengan selisih negatif sebesar -0,583, sedangkan perhitungan nilai EFAS menunjukkan nilai peluang 1,671 lebih rendah daripada nilai ancaman (1,951) dengan selisih negatif sebesar -0,280. Dengan demikian strategi pemasaran pakan komplit yang sesuai adalah strategi WT (meminimalkan kelimahan dan menghindari ancaman). Beberapa kegiatan yang perlu dilakukan produsen pakan komplit antara lain: (1) Memaksimalkan penggunaan bahan baku limbah pertanian yang tersedia di wilayah setempat untuk menekan biaya pembuatan pakan komplit, dan (2) Bekerja sama dengan Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) atau Koperasi Unit Desa (KUD) dalam sebagai distributor dalam pemasaran pakan komplit sapi potong.

SIMPULAN

- a. Hasil penilaian IFAS menunjukkan bahwa nilai kekuatan pakan komplit lebih rendah daripada nilai kelemahan. Kelemahan pakan komplit terutama pada faktor: (1) Belum ada agen/distributor, sehingga menyulitkan peternak dalam membeli pakan komplit; dan (2) Harga pakan komplit Rp 3.500,-/kg dinilai terlalu mahal.
- b. Hasil penilaian EFAS menunjukkan bahwa nilai peluang lebih rendah daripada nilai ancaman. Ancaman pemasaran pakan komplit terutama pada faktor: (1) Keterbatasan modal peternak untuk membeli pakan komplit, (2) Ketersediaan hijauan yang melimpah pada musim hujan, dan (3) Impor sapi bakalan dan daging sapi meningkat mengurangi minat peternak untuk beternak sapi potong.
- c. Strategi pemasaran pakan komplit yang sesuai adalah strategi WT (meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman). Beberapa kegiatan yang perlu dilakukan produsen pakan komplit antara lain: (1) Memaksimalkan penggunaan bahan baku limbah pertanian yang tersedia di wilayah setempat untuk menekan biaya pembuatan pakan komplit, dan (2) Bekerja sama dengan Gapoktan atau KUD sebagai distributor dalam pemasaran pakan komplit sapi potong.

DAFTAR RUJUKAN

- Disnak Jatim. 2015. Buku Peternakan Dalam Data 2015. Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur.
- Jannah, U.R., Suryahadi, dan Hardjomidjojo, H. 2012. Strategi Pemasaran Wafer Ransum Komplit untuk Ternak Sapi. *Jurnal Manajemen IKM*, Februari 2012 Vol. 8 No. 1: 57-70
- Kementan. 2015. Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2015-2019. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Mariyono dan E. Romjali. 2007. Petunjuk Teknis Teknologi Inovasi 'Pakan Murah' Untuk Usaha Pembibitan Sapi Potong. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Peternakan Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Rangkuti, F.. 2005. Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis. Reorientasi Konsep Perencanaan Strategis untuk Menghadapi Abad 21. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yuwono, D.M. dan Subiharta. 2010. Pengaruh Kualitas Pakan Terhadap Pertambahan Bobot Badan Sapi Potong Pada Kegiatan Pendampingan PSDS di Kabupaten Magelang. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah

Identifikasi dan Karakterisasi Keanekaragaman Mikoriza pada Lahan Reklamasi Bekas Penambangan Batu Kapur di Kabupaten Tuban

Supiana Dian Nurtjahyani¹, Dwi Oktafitria², Sriwulan², Nova Maulidina Ashuri³, Imas Cintamulya¹, Eko Purnomo⁴

¹ FKIP Universitas PGRI Ronggolawe Tuban

² FMIPA Universitas PGRI Ronggolawe Tuban

³ Departemen Biologi ITS Surabaya

⁴ PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.

Email: diananin39@gmail.com

Abstrak

Reklamasi lahan bekas tambang tidak bisa dipisahkan dari kegiatan penambangan dan menjadi kunci untuk kegiatan pelestarian lingkungan penambangan. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi keanekaragaman mikoriza pada lahan reklamasi batu kapur. Metode dalam penelitian ini metode eksperimen laboratorium. Hasil penelitian terdapat 3 jenis genus mikroriza di lahan reklamasi penambangan batu kapur.

Kata Kunci:

identifikasi, karakterisasi, mikoriza, lahan reklamasi

PENDAHULUAN

Reklamasi lahan bekas tambang merupakan kegiatan yang tidak dapat dipisahkan dengan kegiatan pertambangan dan menjadi kunci untuk menjaga kelestarian lingkungan pertambangan. Reklamasi dan revegetasi bekas tambang merupakan kewajiban yang harus dilaksanakan oleh perusahaan atau pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) seperti tertuang dalam Permen ESDM No.7 Tahun 2014. Keberhasilan suatu reklamasi sangat ditentukan oleh banyak hal, diantaranya adalah aspek penataan lahan, kesuburan media tanam, teknis penanaman dan perawatan tanaman.

PT. Semen Gresik - Semen Indonesia (Persero) Tbk. memiliki banyak tanaman dalam masa perawatan pada lahan bekas tambang yang membutuhkan pupuk untuk membantu pertumbuhan tanaman. disamping itu, pada lahan pasca tambang banyak sampah organik berupa dedaunan kering dibawah tegakan pohon reklamasi. Di bawah pohon tegakan tersebut akarnya berpotensi untuk tumbuhnya mikoriza yang juga bisa dimanfaatkan sebagai pupuk organik dalam jangka waktu yang lama bila mikroriza tersebut berhasil di inokulasi di bawah pohon tegakan tersebut. Identifikasi keanekaragaman mikoriza di lahan reklamasi batu kapur belum pernah dilakukan sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang identifikasi dan karakterisasi keanekaragaman mikoriza di lahan reklamasi batu kapur. Tujuan penelitian ini untuk: 1) Mengidentifikasi jenis mikroriza pada akar di bawah pohon tegakan reklamasi; 2) Mengkarakterisasi mikoriza pada akar di bawah tegakan pohon reklamasi sampai pada tingkat genus.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini metode eksperimen laboratorium. Pengambilan sampel mikoriza dilakukan dengan mengambil sampel akar dan tanah disekitar akar pohon yang terdapat di setiap lahan reklamasi bekas penambangan batu kapur (tahun 2010, 2014 dan 2016). Selanjutnya sampel akar dan tanah tersebut diidentifikasi jenis mikoriza yang ada. Sehingga berisi data jenis keanekaragaman mikoriza yang terdapat pada lokasi studi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sampel akar dan tanah disekitar akar yang diambil dari tiga lokasi reklamasi diperoleh hasil keanekaragaman mikoriza seperti ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 1 Keanekaragaman mikoriza di lahan reklamasi bekas penambangan batu kapur dari sampel 100 gram tanah di sekitar rhizosfer

Kode Sampel	Lokasi Pengambilan Sampel	Genus	Jumlah Spora
M 2010 A	Reklamasi 2010 (<i>Glory hole</i>)	Glomus	31
		Gigaspora	4
		Acaulospora	2
M 2010 B	Reklamasi 2010 (<i>Glory hole</i>)	Glomus	17
		Gigaspora	21
		Acaulospora	84
M 2014	Reklamasi 2014	Glomus	157
		Gigaspora	33
		Acaulospora	32
M 2016 A	Reklamasi 2016	Glomus	74
		Gigaspora	67
		Acaulospora	139
M 2016 B	Reklamasi 2016	Glomus	23
		Gigaspora	10
		Acaulospora	7

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, menunjukkan bahwa terdapat tiga genus spora mikorhiza. Mikorhiza jenis *Glomus* banyak terdapat di lahan reklamasi 2014, *Gigaspora* dan *Acaulospora* paling banyak terdapat di lahan reklamasi 2016. Banyaknya spora yang ditemukan di lahan tersebut diduga terkait dengan media yang digunakan untuk penanaman pohon jati di lokasi tersebut. Jenis-jenis mikorhiza tersebut tergolong dalam Mikoriza Vasikula Arbuskular (MVA).

Mikoriza Vasikula Arbuskular (MVA) mempunyai peran terhadap keberlanjutan regenerasi tanaman dan memberi kontribusi positif terhadap keberadaan spesies tanaman pada suatu komunitas. Peran itu dilakukan dengan empat cara yaitu; 1) MVA berpengaruh positif terhadap reproduksi (melalui persilangan jantan dan betina) dan kemampuan adaptasi tanaman, 2) kolonisasi MVA dapat meningkatkan kepadatan populasi tanaman, 3) kolonisasi MVA dapat meningkatkan kualitas ukuran dan produktivitas tanaman pada populasi tanaman dan 4) sebagai sumber inokulum penting terhadap pembangunan hutan terutama pada skala persemaian (Husna dkk., 2007).

Pada penelitian Husna 2007 terdapat 4 genus yang ditemukan menginfeksi tanaman Jati yakni terdiri dari genus yaitu *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora* dan *Scutellospora*. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa semai jati menunjukkan responsif tinggi terhadap aplikasi MVA. Formulasi MVA dengan tepung tulang dapat meningkatkan pertumbuhan jati hingga 6 kali lipat. Pertumbuhan tanaman jati dipengaruhi oleh unsur hara yang dapat diserap

akar tanaman. Tanah dari lahan bekas tambang kapur memiliki unsur hara yang rendah tetapi kandungan Ca-nya sangat tinggi (Prayudyaningsih, 2013). Tingginya kandungan Ca pada tanah akan memfiksasi unsur P, membentuk mineral Kalsium Fosfat (Orcutt dan Nielsen, 2000), sehingga ketersediaan unsur hara P semakin rendah di tanah kapur. Namun adanya asosiasi tanaman dengan MVA serta penambahan kompos pada media tanam memungkinkan tanaman dapat memperoleh unsur hara yang cukup, sehingga pertumbuhan tinggi dan diameter semai jati meningkat. Fungi Mikoriza mampu meningkatkan penyerapan unsur hara, terutama fosfat dan beberapa unsur hara lainnya seperti Cu dan Zn (Nurhayati, 2012).

Akar yang bermikoriza mempunyai bidang penyerapan unsur hara yang lebih luas yaitu lebih dari 1.800% (Orcutt dan Nielsen, 2000). Lebih luasnya bidang penyerapan unsur hara akan meningkatkan penyerapan unsur hara diantaranya adalah unsur P dan Ca. Meningkatnya kadar P mempengaruhi pembentukan Adenosin Trifosfat (ATP) (Buchner, 2007) yang berperan penting dalam proses metabolisme dan pertumbuhan tanaman seperti pembelahan sel dan pemanjangan sel, respirasi dan fotosintesis. Demikian juga dengan meningkatnya kadar Ca, yang berperan sebagai elemen *structural* dinding sel dan membran sel. Kalsium memengaruhi aktivitas pembelahan dan penebalan sel-sel jaringan tanaman (Pinto *et al.*, 2015).

Pada penelitian Prayudyaningsih dan Sari tahun 2016, Pengaplikasian MVA dengan tambahan pupuk kompos untuk meningkatkan persemain pertumbuhan semai Jati dengan menggunakan *Acaulospora* sp. dan *Gigaspora* sp menunjukkan bahwa penambahan mikoriza memiliki peranan penting dalam beberapa hal parameter pengamatan yakni pertambahan tinggi semai, pengukuran diameter batang, pengamatan pertumbuhan jumlah daun, biomassa semai, rasio pucuk akar dan indeks mutu bibit. Pupuk kompos atau pupuk organik mampu memperbaiki struktur tanah dan menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Namun pada kondisi iklim dan tanah yang berbeda, efektivitas penyerapan hara ini dipengaruhi oleh adanya asosiasi MVA dengan tanaman (Matysiakan *et al.*, 2010).

Inokulasi MVA meningkatkan penyerapan unsur hara N oleh akar tanaman (Xie *et al.*, 2014). Oleh karena itu, inokulasi MVA pada tanaman yang medianya diberi pupuk kompos akan meningkatkan jumlah daun semai jati. Hal tersebut dikarenakan unsur hara N yang tersedia pada media tanam diserap secara optimal oleh akar tanaman yang bermikoriza. Selain itu mikoriza juga memiliki benang-benang hifa yang berperan dalam penyerapan unsur hara dan pengambilan air di dalam tanah. Bila hifa semakin banyak maka tanah menjadi lebih lembab, walaupun dalam keadaan kering sehingga kondisi tersebut dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Dewi (2007) yang menyatakan bahwa tanaman yang berasosiasi dengan mikoriza lebih tahan terhadap kekeringan dibandingkan dengan tanaman tanpa pemberian mikoriza.

Spora MVA genus *Glomus* umumnya berwarna kuning kecoklatan, kuning terang dan coklat tua, selain itu juga ditemukan warna putih susu dalam jumlah paling sedikit. Spora berbentuk bulat sampai bulat lancip, pada salah satu ujungnya terdapat hifa yang berbentuk lurus atau bengkok, terdapat pula *Glomus* berbentuk sporokap (Warouw dan Kainde., 2010).

Menurut Margaretha, 2011, bahwa mikoriza (*Glomus* sp.) tidak dapat berkembang baik pada pH basa, karena suhu berpengaruh terhadap pertumbuhan dan pembentukan koloni spora mikoriza. *Glomus* dapat berkembang pada tanah yang didominasi fraksi lempung (clay), ikoriza genus *Glomus* sp. mampu menunjukkan eksistensinya untuk bertahan hidup dan berkembang di lingkungan yang terbentuk akibat penimbunan tanpa top soil di areal bekas tambang batubara. Spora *Glomus* terbentuk dari perkembangan hifa (chlamydospora) yang terkadang bercabang dan membentuk *sporocarp*. Saat dewasa spora dipisahkan dari hifa

pelekat. *Glomus* mempunyai tingkat adaptasi yang cukup tinggi terhadap lingkungan baik pada kondisi tanah yang masam maupun netral. Ukuran spora *Glomus* antara 20-200 μm , ukuran tersebut lebih kecil dibanding genus *Gigaspora* (Nurhalimah dkk., 2014).

Glomus sp. dengan berbagai dosis memberikan pengaruh yang lebih terhadap tinggi tanaman dibandingkan dengan tanpa pemberian jenis mikoriza dari jenis lainnya meskipun adanya patogen yang menyerang tanaman dan mikoriza dapat bekerja lebih efektif jika kondisi tanaman kurang menguntungkan dari segi cekaman faktor biotik. Pada awal penambahan mikoriza tidak terlihat perubahan atau pengaruh pada tanaman karena pendugaan bahwa mikoriza menjalankan fungsi yang lain terhadap tanaman, yaitu meningkatkan ketahanan tanaman dari serangan patogen sehingga mendorong akar tanaman mengeluarkan karbohidrat lebih banyak untuk mikoriza sebelum dikeluarkan dalam bentuk eksudat akar dan menjadikan patogen tidak dapat berkembang. Proses perkembangan spora genus *Glomus* sp. adalah dari ujung hifa yang membesar sampai ukuran maksimal dan terbentuk spora. Karena sporanya berasal dari perkembangan hifa maka disebut *chlamydospora*, kadang hifa bercabang-cabang dan tiap cabang terbentuk *chlamydospora* dan membentuk *sporocarp*. Pada saat dewasa, spora dipisahkan dari hifa pelekat oleh sebuah sekat, spora bentuk globos, subglobos, ovoid ataupun obovoid dengan dinding spora terdiri atas lebih dari satu lapis (Patriyasari, 2006), Spora genus *Glomus* dapat ditemukan dalam bentuk tunggal atau agregat lepas, *sporocarp* tidak seperti pada *Sclerocystis* dan *sporocarp* terdiri dari spora dengan dinding lateral yang saling melekat satu sama lainnya. Spora *Glomus* yang ditemukan rata-rata memiliki bentuk bulat sampai bulat lonjong, permukaan dinding spora relatif halus, dan memiliki dinding spora yang tipis. Namun, masing-masing spesies memiliki ciri-ciri tersendiri mulai bentuk spora bulat sampai bulat lonjong. Spora yang ditemukan ada yang melekat dengan hifa dan ada pula yang tidak. Hifa pada spora yang ditemukan langsung menyatu dengan dinding spora dengan warna yang hampir sama dengan dinding spora (Hapsoh, 2003). Spora MVA genus *Acaulospora* umumnya berbentuk bulat dengan warna merah kecoklatan, kuning kecoklatan, coklat tua dan orange (Warouw dan Kainde., 2010). Ciri-ciri spora *Acaulospora* adalah berwarna dominan merah, dindingnya terdiri dari tiga lapisan, ukuran sporanya rata-rata 279 μm (Widiatma, 2015). Proses perkembangan spora *Acaulospora* seolah-olah dari hifa tapi sebenarnya tidak. Proses perkembangannya berawal dari ujung dudukan hifa yang membesar seperti spora yang disebut hifa terminal (*hyphal terminus*). Bulatan kecil yang semakin lama semakin membesar dan menjadi spora terbentuk diantara *hyphal terminus* dan *subtending hyphae*. Dalam perkembangannya, hifa terminal akan rusak dan isinya akan masuk ke dalam spora. Rusaknya hifa terminal akan meninggalkan bekas lubang kecil disebut *Cyatric*.

Spora *Acaulospora* merupakan spora tunggal di dalam *sporocarp*, spora melekat secara lateral pada hifa yang ujungnya menggelembung dengan ukuran yang hampir sama dengan spora, bentuk spora globos, subglobos, ellips atau fusiform melebar. Spora *Acaulospora* yang ditemukan memiliki bentuk bulat lonjong dan memiliki dinding spora yang relatif tebal, *Acaulospora* sp. memiliki warna orange kemerahan (Patriyasari, 2006).

Spora MVA genus *Gigaspora* berbentuk bulat dengan warna hitam kekuningan dan kuning kecoklatan. Spora memiliki hifa pelekat yang mengembang sampai berbentuk bulat (*bulbous suspensor*) dan menempel pada spora. Pada tanah yang berpasir genus *Gigaspora* ditemukan dalam jumlah tinggi karena pori tanah terbentuk lebih besar sehingga keadaan ini diduga sesuai untuk perkembangan spora *Gigaspora* yang berukuran lebih besar. *Gigaspora* tidak memiliki lapisan dinding dalam (Warouw dan Kainde., 2010). Spora *Gigaspora* terbentuk dari ujung hifa yang membulat (*bulbous suspensor*), selanjutnya muncul bulatan kecil yang

semakin lama membesar menjadi spora yang terbentuk tunggal di dalam tanah (Patriyasari, 2006).

Proses perkembangan spora Gigaspora tidak langsung dari hifa. Pertama-tama ujung hifa (*subtending hyphae*) membulat yang dinamakan *bulbous suspensor*. Di atas *bulbous suspensor* ini timbul bulatan kecil yang semakin lama semakin besar dan mencapai ukuran maksimum yang akhirnya menjadi spora. Spora ini disebut azygospora. Karakteristik khasnya adalah mempunyai *bulbus suspensor* tanpa *germination shield*. Spora Gigaspora dihasilkan secara tunggal di dalam tanah. Ukurannya besar, bentuk globos atau subglobos, spora tidak mempunyai lapisan dinding dalam, tabung kecambah dihasilkan secara langsung dari dinding spora, sel pelengkap berduri dan berdinding tipis. Gigaspora juga tidak memiliki dinding perkecambahan fleksibel yang dibentuk (*inner wall*), dan suspensor melekat pada permukaan terluar dinding spora. Selain itu genus Gigaspora tidak membentuk struktur vesikula didalam akar melainkan hanya terdapat arbuskula dan hifa.

Endomikoriza MVA *Glomus* sp. *Gigaspora* sp. dan *Acaulospora* sp. pada umumnya dapat memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman, sebagai agen absorpsi logam berat, agensia hayati, ataupun biokontrol saat tanaman tercekam, bekerjasama dengan mikroorganisme tanah lainnya. Pengaruh mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman dapat dilihat dari pertumbuhan tinggi, diameter batang, luasan tajuk daun. Mikoriza memiliki kemampuan meningkatkan penyerapan unsur hara makro N, P, K beserta air melalui hifa-hifanya sehingga dapat memberikan pengaruh terhadap berat kering atau biomassa tanaman. Menurut Rillig and Mummey (2006) menyatakan bahwa MVA dapat menjaga stabilisasi agregat tanah dengan melibatkan hubungan senyawa penting seperti glomalin dan protein tanah lainnya. Glomalin adalah kelompok dari glikoprotein tidak larut yang diproduksi dan disekresikan oleh MVA. Senyawa lain yang berkaitan dalam hubungan ini adalah musilage, polisakarida, hidrofobin dan senyawa lain. Faktor hadirnya mikrobial dan mikrofauna tanah juga berperan dalam proses pembentukan tanah (Suharno dan Sancayaningsih, 2013)

Adapun perannya sebagai agen absorpsi logam berat, MVA dimanfaatkan sebagai bioremediasi sebab dapat menghasilkan glomalin. Proses remediasi berdasarkan prinsip immobilisasi logam berat dengan agen khelat seperti EDTA atau glomalin. Sehingga immobilisasi logam berat ini dapat terjadi menggunakan tanaman, fungsi, ataupun mikroba. Seperti tumbuhan *Elsholtzia splendens* dengan memanfaatkan *Glomus caledonium* mampu menyerap P, Cu, Zn, dan Pb (Wang et al. 2005). Pada penelitian dengan MVA jenis lain, tanaman *Canavalia gladiata* mampu menyerap Pb yang diakumulasikan pada akar tanaman (Souza et al. 2013). Pengikatan logam berat pada kitin di dinding sel fungi, juga akan menurunkan konsentrasi logam berat di sekitar miselium fungi dalam tanah (Suharno dan Sancayaningsih, 2013).

SIMPULAN

Terdapat tiga genus spora mikorhiza. Mikorhiza jenis *Glomus* banyak terdapat di lahan reklamasi 2014, *Gigaspora* dan *Acaulospora* paling banyak terdapat di lahan reklamasi 2016. Genus mikoriza dengan karakterisasi memiliki banyak spora dari banyaknya spora yang ditemukan di lahan tersebut diduga terkait dengan media yang digunakan untuk penanaman pohon jati di lokasi tersebut. Jenis-jenis mikorhiza tersebut tergolong dalam Mikoriza Vasikula Arbuskular (MVA).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. yang telah memberikan pendanaan penelitian ini, PLPP PT PGRI yang telah memberikan ijin untuk melakukan kerjasama dan staf laboratorium di ITS yang membantu dalam analisa laboratorium.

DAFTAR RUJUKAN

- Bucher, M. (2007). Functional Biology of Plant Phosphate Uptake at Root and Mycorrhiza Interfaces. *New Phytologist*, 173(1), 11-26.
- Dewi, A. I. R. 2007. Peran, Prospek Dan Kendala Dalam Pemanfaatan Endomikoriza. Makalah. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. Bandung
- Hapsoh. 2003. Kompatibilitas MVA dan Beberapa Genotipe Kedelai Pada Berbagai Tingkat Cekaman Kekeringan Tanah Ultisol : Tanggapan Morfologi dan Hasil. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Husna, Tuheteru, F. D. and Mahfudz. 2007. APLIKASI MIKORIZA UNTUK MEMAC PERTUMBUHAN JATI DI MUNA (Mycorrhiza Application to support growth of teak in Muna), *InfoTeknis Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan*, 5(1), pp. 1–4.
- Margarettha. 2011. Eksplorasi dan Identifikasi Mikoriza Indigen Asal Tanah Bekas Tambang Batu Bara. *Jurnal Berita Biologi* 10(5): 641-646.
- Matysiakan, B. and G. Falkowski. (2010). Response of Three Ornamental Plant Species to Inoculation With Arbuscular Mycorrhizal Fungi Depending on Compost Addition to Peat Substrate and The Rate of Controlled Release Fertilizer. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 18(2), 321 – 333.
- Nurhalimah, S., Nurhatika, S. and Muhibuddin, A. 2014. Eksplorasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Indigeneous Pada Tanah Regosol Di Pamekasan, Madura', *Jurnal Sains dan Seni Pomiits*, 3(1), pp. 30–34.
- Nurhayati. 2012. Infektivitas Mikoriza pada Berbagai Jenis Tanaman Inang dan Beberapa Jenis Sumber Inokulum. *Jurnal Floratek*, 7(1), 25 – 31.
- Orcutt, D.M and E.T. Nielsen. 2000. *Physiology of Plants Under Stress: Biotic Factor*. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- Patriyasari, T. 2006. *Efektivitas Cendawan Mikoriza Arbuskula (Cma) Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Cynodon dactylon (L.) Pers Yang Diberi Level Salinitas Berbeda*.
- Pinto, M. C. X., A. H., Kihara, V.A.M. Goulart, F. M. P., Tonelli, K. N., Gomes, H. Ulrich and R. R. Resende. (2015). Calcium Signaling and Cell Proliferation. *Cellular Signalling*, 27(11), 2139 – 2149.
- Prayudyaningsih, R. and Sari, R. 2016. APLIKASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) DAN KOMPOS UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN SEMAI JATI (Tectona grandis Linn . f .) PADA MEDIA TANAH BEKAS TAMBANG KAPUR', *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 5(1), pp. 37–46.
- Rillig MC, Mummey DL. 2006. Mycorrhizas and soil structure. *New Phytol* 171: 41-53.
- Souza LA, Andrade L, Adrián S, Souza R, Caroline S, Schiavinato MA . 2013. Evaluation of mycorrhizal influence on the development and phytoremediation potential of Canavalia Gladiata in Pb-Contaminated Soils. *Intl J Phytoremed* 15 (5): 465-476.
- Suharno and Sancayaningsih, R. P. 2013. Fungi Mikoriza Arbuskula : Potensi teknologi mikorizoremediasi logam berat dalam rehabilitasi lahan tambang', *Bioteknologi*, 10(1), pp. 23–34. doi: 10.13057/biotek/c100104.

- Wang F, Lin X, Yin R. 2005. Heavy metal uptake by arbuscular mycorrhizas of *Elsholtzia splendens* and the potential for phytoremediation of contaminated soil. *Pl Soil* 269 (1-2): 225-232
- Warouw, V. and Kainde, R. P. 2010. Populasi Jamur Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) pada Zoneperakaran Jati. *Jurnal Eugenia*, 16(1), pp. 38–45.
- Widiatma, P. S. 2015. Identifikasi mikoriza vesicular arbuskular (MVA) pada rhizosfer tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L) dan ubi kayu (*Manihot esculenta* crantz) serta perbanyakannya dengan media zeolit. [Skripsi]. Bukit Jimbaran: Universitas Udayana.
- Xie, X., B. Weng, B. Cai, Y. Dong dan C. Yan. (2014). Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation and phosphorus supply on the growth and nutrient uptake of *Kandelia obovata* (Sheue, Liu & Yong) seedlings in autoclaved soil. *Applied Soil Ecology*, 75, 162 – 171.

Penyusunan Ensiklopedia Keanekaragaman Hayati Berbasis Analisis Hubungan Kerapatan Lamun dengan Kelimpahan Makrozoobentos di Zona Intertidal Pantai Tawang Pacitan

Nabila Royyanatul Hikmah, Marheny Lukitasari, Nurul Kusuma Dewi

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas PGRI Madiun

Email: nabilarhikmah@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun ensiklopedia keanekaragaman hayati dan untuk menganalisis hubungan kerapatan lamun dengan kelimpahan makrozoobentos di zona intertidal pantai Tawang Pacitan. Jenis penelitian merupakan penelitian pengembangan dengan *Four-D Model*. Ensiklopedia disusun berdasarkan penelitian yang dilakukan di pantai Tawang mengenai analisis hubungan kerapatan lamun dengan kelimpahan makrozoobentos di zona intertidal pantai Tawang pada bulan April-Juli 2018. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode transek kuadrat. Lamun yang ditemukan di pantai Tawang terdiri dari 1 jenis yakni *Thalassia hemprichii* dengan kerapatan 140,45 tegakan/m². Makrozoobentos yang ditemukan terdiri dari kelas *Crustacea*, *Echinoidea*, *Holothuroidea*, *Ophiuroidea* dan *Gastropoda*. Kelimpahan Makrozoobentos di pantai Tawang sebesar 1,15 individu/m². Hasil analisis korelasi dengan (*r*) sebesar (-0,779) menggambarkan bahwa semakin tinggi kerapatan lamun memiliki pengaruh yang negatif terhadap kelimpahan makrozoobentos. Berdasarkan hasil analisis regresi dengan (*R*²) sebesar 0,6068 maka diketahui kerapatan lamun mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos sebesar 60,68% sedangkan 39,32 % dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Validasi ensiklopedia diperoleh persentase validitas 97,5% dan 92,5% dalam jenjang kriteria validitas termasuk dalam kategori sangat valid. Uji Coba ensiklopedia menunjukkan skala persentase uji coba sebesar 90%-100% merupakan kriteria ensiklopedia yang sangat layak digunakan untuk menunjang pengetahuan masyarakat tentang keanekaragaman hayati pesisir dan layak digunakan untuk menambah kuantitas sumber belajar cetak yang memuat tentang pesisir Pacitan.

Kata Kunci:

ensiklopedia, kerapatan, kelimpahan, lamun, makrozoobentos

PENDAHULUAN

Minimnya informasi tentang keanekaragaman hayati pada ekosistem intertidal pantai sebagai sumber belajar menjadi sebab perlunya kajian yang relevan dengan ekosistem lamun dan hubungannya dengan kelimpahan makrozoobentos yang mendiami ekosistem tersebut. Faktor kurangnya pemahaman masyarakat mengenai ekosistem intertidal pantai dapat menjadi pemicu rusaknya ekosistem kawasan

Diterima:

15 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

30 Desember 2018

intertidal. Informasi berbasis penelitian ini dikemas dalam suatu buku yang menarik yang disebut ensiklopedia.

Ensiklopedia berbasis penelitian yang relevan ini perlu untuk dikembangkan karena belum banyak ensiklopedia yang memuat tentang keanekaragaman hayati yang ada di wilayah intertidal pantai khususnya lamun dan makrozoobentos. Ekosistem di wilayah pesisir yang belum banyak diperhatikan dan dikenal oleh masyarakat adalah ekosistem padang lamun (Ilahi *et al*, 2014: 1).

Luasan padang lamun di Indonesia menurut Pusat Penelitian Oseanografi LIPI (2017: 15-16) seluas 150.693,16 ha. Data persentase secara umum tutupan lamun di Indonesia dari 166 stasiun pengamatan adalah 41,79%. Berdasarkan keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 200 Tahun 2004, kondisi padang lamun terbagi menjadi 3 kategori, yaitu sehat, kurang sehat dan miskin. Kategori sehat jika penutupan lamun di suatu daerah > 60%, kurang sehat jika 30-59,9% dan tidak sehat jika penutupan antara 0-29,9%. Padang lamun dengan tutupan 41,79% berada dalam kondisi “kurang sehat”, sebab penutupan berada dibawah 60%. Lamun dikatakan sehat memiliki tutupan lebih dari 60%.

Padang lamun di Indonesia telah mengalami penyusutan sebesar 30- 40% dari total lamun yang tersebar di Indonesia (Kordi, 2011: 72). Berdasarkan data tersebut ancaman yang mengakibatkan berkurangnya luas ekosistem padang lamun bisa disebabkan oleh kegiatan manusia (Rochmady, 2010: 13). Salah satu faktor adalah kurangnya pemahaman masyarakat mengenai fungsi ekologis lamun sehingga pengelolaan padang lamun selalu diabaikan (Rahman *et al*, 2016: 2).

Padang lamun merupakan ekosistem yang bisa ditemukan di perairan dangkal atau biasa disebut dengan zona intertidal (daerah pasang tertinggi dan surut terendah) yang dapat berasosiasi baik dengan biota laut. Lamun memiliki beberapa fungsi ekologi diantaranya sebagai produsen primer di laut dangkal, perangkap sedimen, sumber makanan penting bagi banyak organisme, tempat hidup, tempat pengasuhan, dan area pemijahan bagi banyak spesies terutama fauna invertebrata (Nybakken, 1988: 194; Kordi, 2011: 72; John *et al*, 2015: 222). Salah satu kelompok biota laut yang sering ditemukan di kawasan padang lamun adalah makrozoobentos.

Menurut Lee 2008 (dalam Basyuni *et al*, 2018: 311), Makrozoobentos adalah organisme yang hidup di dalam perairan bawah atau permukaan dasar perairan yang merangkak, menempel (sesil), mengubur dan menggali. Makrozoobentos tersaring pada mata jaring dengan ukuran 1mm x 1mm (Van der Graaf *et al*, 2009: 3). yang berukuran lebih dari 1mm digolongkan dalam makrofauna. Makrozoobentos termasuk makroinvertebrata yang memiliki pergerakan yang rendah dibandingkan kebanyakan organisme akuatik lainnya (Basyuni *et al*, 2018: 311). Keberadaan makrozoobentos yang mendiami ekosistem lamun memungkinkan adanya interaksi antara keduanya yang terjadi secara dinamis dan mampu memberikan efek saling membutuhkan bagi komponen hayati yang ada di dalam ekosistem tersebut.

Pesisir Pacitan memiliki potensi sumber daya alam laut yang melimpah. Menurut (Dewi dan Prabowo, 2015: 53) terdapat sekitar lebih dari 18 pantai di pacitan yang memiliki karakteristik bervariasi dengan ciri khas ombak yang tinggi serta terbuka langsung ke samudera Hindia. Kondisi tersebut menjadikan pesisir Pacitan menjadi habitat yang unik bagi biota yang hidup di dalamnya. Lamun dan makrozoobentos

sendiri belum banyak dikenal dan diperhatikan oleh masyarakat luas meskipun organisme tersebut bisa dijumpai di zona intertidal pantai. Salah satu faktor pemicu adalah terbatasnya sumber belajar yang menarik dan berbasis penelitian yang relevan. Oleh karena itu, penyusunan sumber belajar yang menarik seperti ensiklopedia perlu dilakukan untuk menambah pengetahuan masyarakat mengenai keanekaragaman hayati yang mendiami zona intertidal pantai. Diharapkan dengan informasi berupa ensiklopedia ini mampu menjadi salah satu strategi dalam upaya konservasi ekosistem intertidal kawasan pesisir.

METODE

Pendekatan atau Model Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan *Four-D Model* (model 4-D) yang dikembangkan oleh S. Thagarajan, Dorothy S. Sammel dan Melvyn I. Semmel (1974). Model ini terdiri dari 4 tahap pengembangan yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran) (Sugiyono, 2017: 490).

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pantai Tawang, Desa Sidomulyo, Kecamatan Ngadirojo, Kabupaten Pacitan. Dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juli 2018. Identifikasi dan Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas PGRI Madiun.

Teknik Pengumpulan Data

Tahap Pendefinisian (*Define*)

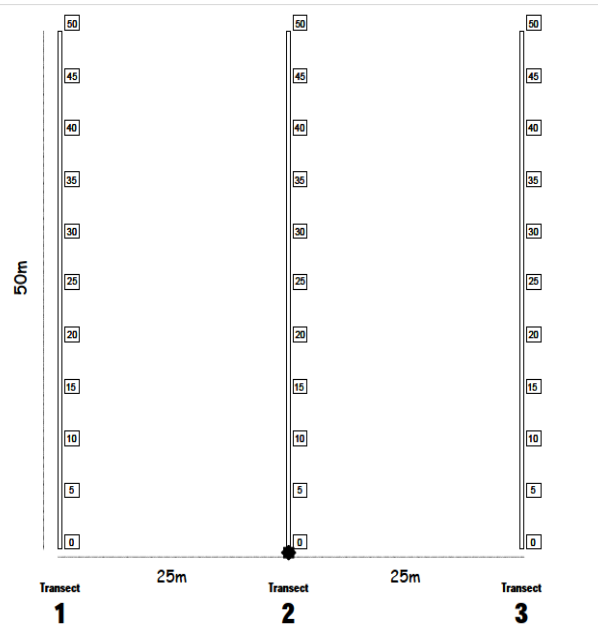
Tahap ini mempersiapkan studi tentang tingkat kebutuhan ensiklopedia keanekaragaman hayati untuk masyarakat yang dilakukan dengan metode wawancara. Tahap selanjutnya merancang studi mengenai penelitian tentang keanekaragaman hayati yang ada di pesisir Pacitan dengan menganalisis hubungan kerapatan lamun dan kelimpahan makrozoobentos di zona intertidal pantai Tawang Pacitan. Hasil penelitian disusun ensiklopedia keanekaragaman hayati lamun dan makrozoobentos di zona intertidal pantai.

Tahap Perencanaan atau Perancangan (*Design*)

Adapun tahap perencanaan atau perancangan ensiklopedia keanekaragaman hayati lamun dan makrozoobentos meliputi: sampul (cover), pendahuluan pengenalan singkat keanekaragaman hayati dan zona intertidal pantai, serta pengenalan lokasi penelitian), Materi (gambar dan penjelasan singkat keanekaragaman hayati lamun dan makrozoobentos hasil penelitian serta manfaat lamun), Glosarium (Definisi atau Istilah) dan Daftar Pustaka (sumber rujukan). Data untuk kelengkapan ensiklopedia diperoleh dengan cara pengambilan sampel di lapangan dengan metode transek yang mengacu pada pedoman McKenzie dan Campbell (2002).

Penentuan Lokasi dan Titik Pengamatan (Titik Sampling)

Penentuan stasiun pada penelitian ini berdasarkan *purposive sampling* yaitu objek yang dipilih karena beberapa karakteristik. Penentuan stasiun pengamatan di pantai Tawang dilakukan berdasarkan luasan vegetasi, topografi habitat, sebaran dan kondisi lamun.



Gambar 1. Skema pengambilan sampel metode transek kuadran

Pengambilan Data Lamun dan Makrozoobentos

Pengukuran kerapatan lamun serta pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan pada saat surut dengan metode transek. Metode ini direkomendasikan untuk penelitian kawasan intertidal padang lamun. Diletakkan 3 lintasan transek garis yang tegak lurus terhadap garis pantai sepanjang 50m, lalu ditempatkan petakan kuadran dengan ukuran 1m x 1m pada setiap lintasan transek. Jumlah kuadran pada masing-masing lintasan transek adalah 11 kuadran yang menjadi lokasi (titik) pengambilan sampel dimana masing-masing kuadran berjarak 5m. Sedangkan jarak masing-masing transek adalah 25m (MzKenzie & Campbell, 2002). Pengukuran kerapatan lamun dan kelimpahan makrozoobentos dilakukan pada setiap kuadran pada lintasan transek yang meliputi perhitungan jumlah tegakan setiap jenis lamun dan perhitungan jumlah individu makrozoobentos. Perhitungan lamun dilakukan secara manual dengan bantuan alat *Hand counter*. Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan bantuan cetok kecil dan sarung tangan. Kemudian sampel dimasukkan botol kaca lalu diawetkan dengan alkohol untuk diidentifikasi. Sampel yang ditemukan dicatat pada *worksheet*.

Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap ini menghasilkan ensiklopedia kenakeragaman hayati lamun dan makrozoobentos dengan tahap sebagai berikut:

Penyusunan Ensiklopedia

Penyusunan ensiklopedia diawali dengan penelitian lamun dan makrozoobentos di pantai Tawang. Hasil penelitian lamun kemudian dianalisis kerapatannya sedangkan untuk makrozoobentos dianalisis kelimpahannya. Adapun hubungan kerapian lamun dan kelimpahan makrozoobentos juga dianalisis. Setelah itu, lamun dan makrozoobentos yang ditemukan diidentifikasi dan disusun ensiklopedia keanekaragaman hayati di zona intertidal pantai Tawang Pacitan. Tahapan penyusunan ensiklopedia adalah sebagai berikut:

1. **Penelitian lamun dan makrozoobentos**
2. **Dokumentasi hasil penelitian**
3. **Identifikasi hasil penelitian**
4. **Analisis kerapatan lamun**

Kerapatan Jenis (K), yaitu jumlah total individu jenis lamun suatu unit area yang diukur. Kerapatan jenis lamun dihitung dengan rumus Snedecor dan Cochran (dalam Junaidi 2016):

$$K = \frac{\sum Di}{\sum niXA}$$

Dimana:

K: Kerapatan individu (tegakan/m²)

$\sum Di$: Jumlah tegakan setiap jenis

$\sum ni$: Jumlah kuadran

A: Luas kuadran (m²)

5. **Analisis Kelimpahan Makrozoobentos**

Sampel makrozoobentos yang telah diidentifikasi kemudian dihitung kepadatannya dengan menggunakan rumus Fitriana 2005 (dalam Junaidi 2017: 3):

$$Di = \frac{Ni}{A}$$

Dimana :

Di :Kelimpahan makrozoobentos (individu/m²)

N i:Jumlah makrozoobentos yang ditemukan (individu)

A : Luas kuadran (m²)

6. **Analisis Hubungan Kerapatan Lamun dengan Kelimpahan Makrozoobentos**

Hubungan antara kerapatan lamun dengan kelimpahan makrozoobentos digunakan analisis regresi linier sederhana yang digunakan untuk memprediksi pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat, dengan menggunakan bantuan *Software Microsoft Excel 2010*. Analisis regresi juga dapat dilakukan untuk mengetahui linearitas variabel terikat dengan variabel bebasnya dengan rumus berikut (Darmawan, 2013: 56):

$$Y = a + bX$$

Dimana:

Y : Variabel dependen

X : Variabel independen

a : Konstanta regresi

b : Kemiringan garis regresi

Koefisien korelasi (r) digunakan untuk mengetahui hubungan antara kerapatan lamun terhadap kelimpahan makrozoobentos, dimana nilai koefisien korelasi (r)

berbeda antara 0-1. Interpretasi dari keeratan nilai (r) menurut Sugiyono (2013, 184) adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Interpretasi Keeratan Nilai Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,30 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80- 1,000	Sangat Kuat

7. Validasi dan Uji Coba Ensiklopedia

Tahap ini dilakukan peninjauan kualitas ensiklopedia dengan melakukan validasi dan uji coba produk. Analisis Validasi dan uji coba ensiklopedia ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai Validasi} = \frac{\text{Jumlah Skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah Skor tertinggi}} \times 100\%$$

Analisis validasi ditentukan dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria Validasi

Kriteria Validasi	Tingkat Validitas
86%-100%	Sangat Valid
76%-85%	Valid
60%-75%	Cukup Valid
55%-59%	Kurang Valid
≤54%	Tidak Valid

Sumber: Purwanto (2010: 103)

Tahap Penyebaran (Disseminate)

Tahap ini dilakukan publikasi hasil penelitian dalam bentuk karya ilmiah baik di jurnal ilmiah(online) maupun seminar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis (*Define*)

Kebutuhan Ensiklopedia

Analisis kebutuhan ensiklopedia digunakan untuk mengukur seberapa perlunya penyusunan ensiklopedia keanekaragaman hayati di zona intertidal pantai bagi masyarakat. Analisis kebutuhan ensiklopedia dilakukan dengan metode wawancara. Instrumen wawancara meliputi aspek pengetahuan masyarakat tentang keanekaragaman hayati pantai dan tingkat kebutuhan penyusunan ensiklopedia keanekaragaman hayati pantai. Adapun simpulan wawancara dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Simpulan Hasil Wawancara

Responden	Aspek Pengetahuan		Aspek Kebutuhan Ensiklopedia	
	Lamun (Flora)	Makrozoobentos (Fauna)	Ensiklopedia Keanekaragaman Hayati yang ditemukan	Penyusunan Ensiklopedia tentang Keanekaragaman Hayati Pantai
I	Tidak mengetahui	Tidak mengetahui	Tidak pernah	Setuju
II	Tidak mengetahui	Tidak mengetahui	Tidak pernah	Setuju
III	Tidak mengetahui	Tidak mengetahui	Tidak pernah	Setuju
IV	Tidak mengetahui	Tidak mengetahui	Pernah	Setuju
V	Tidak mengetahui	Tidak mengetahui	Pernah	Setuju

Hasil wawancara kepada lima responden yang memiliki latar belakang yang berbeda menyatakan 100% dari responden sangat membutuhkan ensiklopedia tentang keanekaragaman hayati laut. Kondisi ini ditunjang dari hasil wawancara kepada masyarakat bahwa pengetahuan masyarakat tentang keanekaragaman hayati pantai masih terbatas. Hasil tabulasi wawancara menunjukkan bahwa dari kelima responden tidak ada yang mengetahui tentang spesies lamun dan makrozoobentos yang ada di pantai. Faktor yang mempengaruhi hal tersebut diantaranya sumber belajar yang ada untuk masyarakat saat ini kurang menarik. Hasil wawancara juga menunjukkan bahwa 100% dari responden menyetujui penyusunan ensiklopedia keanekaragaman hayati di zona intertidal pantai ini.

Perancangan(Design)

1. Penyusunan ensiklopedia keanekaragaman hayati di zona intertidal pantai Tawang dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:
2. Pengambilan data jenis lamun dan makrozoobentos di lapangan (Lokasi pesisir Kamal Tuo pantai Tawang Pacitan) menggunakan metode transek kuadrat.
3. Dokumentasi jenis lamun dan makrozoobentos hasil penelitian
4. Pengidentifikasian lamun dan makrozoobentos serta deskripsi dari beberapa pustaka
5. Analisis kerapatan lamun, kelimpahan makrozoobentos dan hubungan antara kerapatan lamun dengan kelimpahan makrozoobentos dengan bantuan *Microsoft Excel 2010*
6. Penyusunan draft kasar ensiklopedia di *Microsoft Word 2010*
7. Pembuatan ensiklopedia menggunakan aplikasi *Corel Draw 2017*
8. Revisi ensiklopedia oleh dosen pembimbing
9. Perbaikan revisi dari dosen pembimbing

10. Validasi ensiklopedia kepada tim ahli
11. Uji coba ensiklopedia di lapangan.

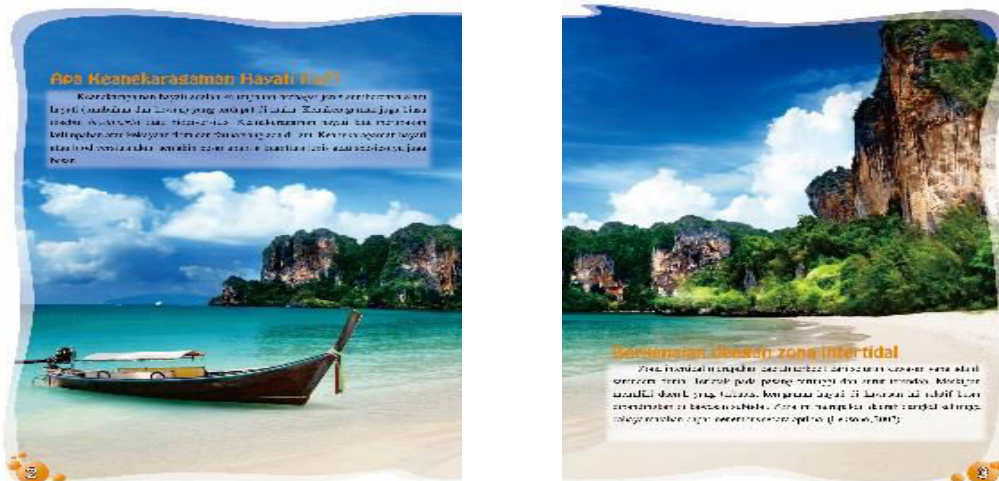
Pengembangan (*Development*)

Penyusunan Ensiklopedia

Ensiklopedia keanekaragaman hayati disusun berdasarkan hasil penelitian hubungan kerapatan lamun dan kelimpahan makrozoobentos. Hasil penelitian berupa lamun dan makrozoobentos diidentifikasi kemudian disusun ensiklopedia keanekaragaman hayati di zona intertidal pantai Tawang Pacitan. Gambar 2. adalah cover ensiklopedia yang berisi judul dan nama penyusun ensiklopedia. Cover berisi gambar beberapa keanekaragaman hayati lamun dan makrozoobentos yang ditemukan di pantai Tawang.

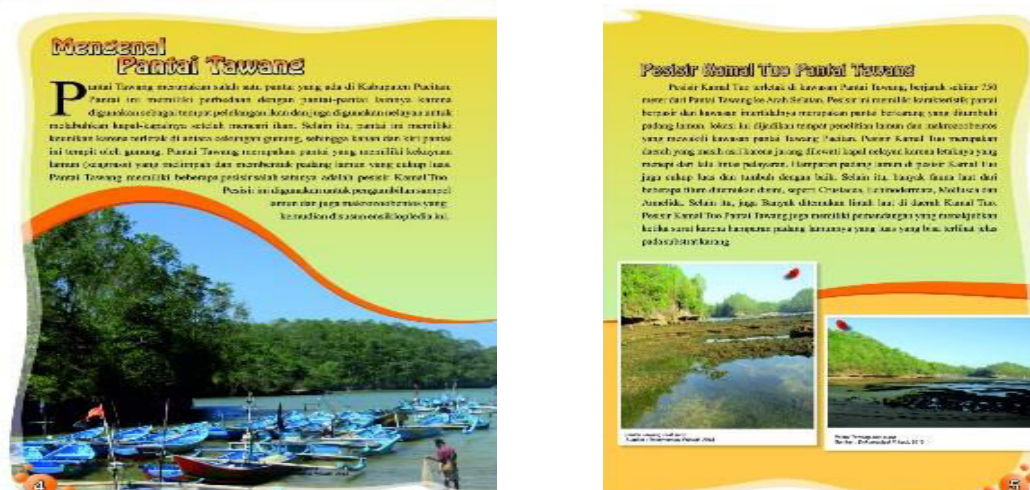


Gambar 2. Cover Ensiklopedia



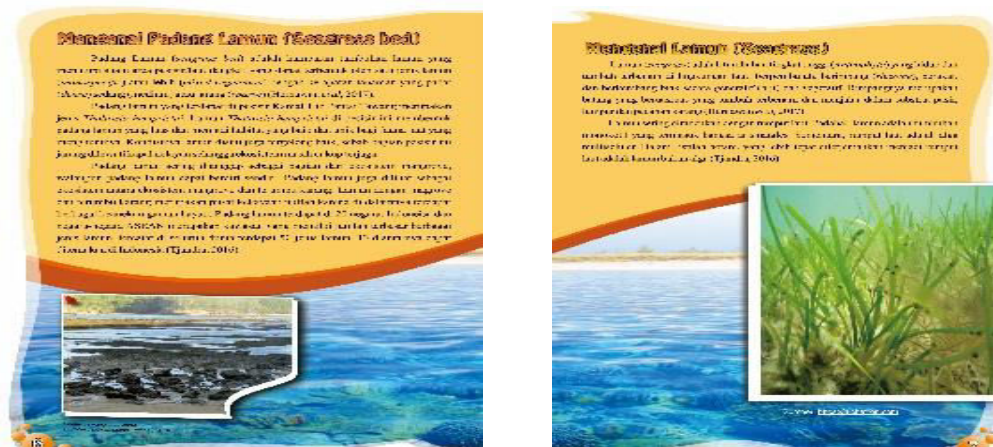
Gambar 3. Pendahuluan yang Berisi Pengenalan Keanekaragaman Hayati dan Zona Intertidal Pantai

Gambar 3. Berisi pendahuluan tentang pengenalan keanekaragaman hayati dan zona intertidal pantai. Keanakeragaman hayati laut merupakan kekayaan flora dan fauna yang ada di laut. Adapun zona intertidal adalah kawasan yang terletak pada pasang tertinggi dan surut terendah.



Gambar 4. Pendahuluan yang Berisi Pengenalan Pantai Tawang dan Pesisir Kamal Tuo

Gambar 4. Merupakan pengenalan pantai Tawang dan pesisir Kamal Tuo. Pantai Tawang merupakan salah satu pantai yang ada di Kabupaten Pacitan yang digunakan sebagai tempat pelelangan ikan. Adapun pesisir Kamal Tuo adalah perairan dikawasan pantai Tawang yang memiliki kekayaan lamun yang melimpah.



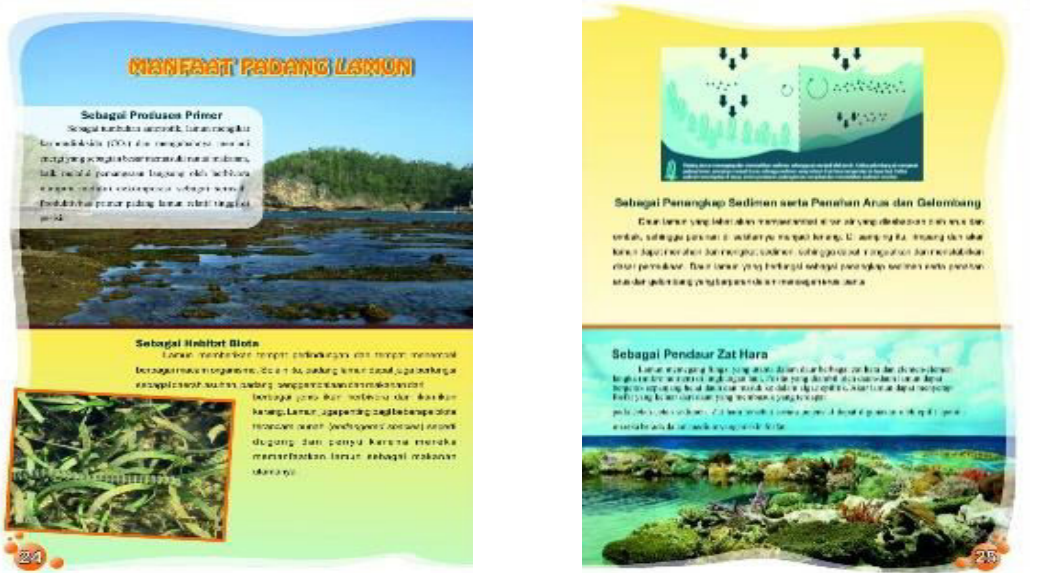
Gambar 5. Pendahuluan yang Berisi Pengenalan Padang Lamun dan Lamun

Gambar 5. Merupakan pengenalan padang lamun dan lamun. Padang Lamun adalah hamparan tumbuhan lamun yang menutupi suatu area laut dengan kerapatan tanaman yang padat, sedang atau jarang. Lamun (*seagrass*) adalah tumbuhan tingkat tinggi yang hidup dan tumbuh terbenam di lingkungan laut, berpembuluh, berimpang, berakar.



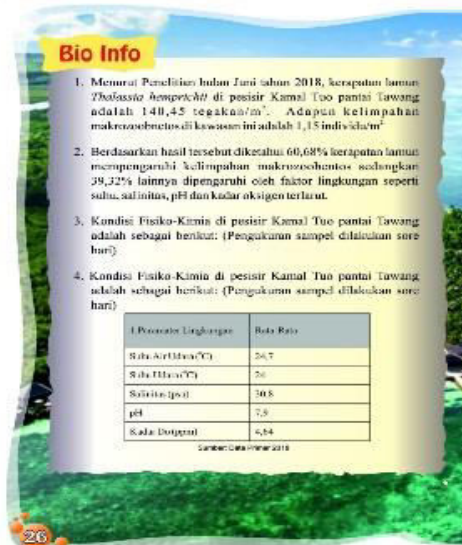
Gambar 6. Materi Jenis Lamun dan Makrozoobentos

Gamba 6. Merupakan materi yang membahas tentang jenis lamun dan jenis makrozoobentos. Lamun yang ditemukan di pantai Tawang adalah *Thalassia hemprichii*. Pengenalan jenis-jenis lamun selain *Thalassia hemprichii* dilakukan dengan literasi dari pustaka lain. Makrozoobentos yang dijelaskan dalam ensiklopedia terdiri dari Filum Arthropoda, Echinodermata dan Moluska.



Gambar 7. Materi Manfaat Padang Lamun

Gambar 7. Materi manfaat padang lamun berisi beberapa manfaat padang lamun diantaranya sebagai produsen primer, habitat biota laut, penangkap sedimen dan penahan arus gelombang serta sebagai pendaur zat hara.



Gambar 8. Bio Info Ensiklopedia

Gambar 8. Merupakan Bio Info yang berisi informasi tambahan tentang hasil penelitian mengenai kerapatan lamun *Thalassia hemprichii*, kelimpahan makrozoobentos, hubungan kerapatan lamun dengan kelimpahan makrozoobentos dan kondisifisiko-kimia di pantai Tawang.



Gambar 9. Glosarium dan Daftar Pustaka

Gambar 9. Merupakan glosarium yang berisi kata ataupun istilah yang belum dijelaskan dalam materi (isi). Adapun daftar pustaka berisi sumber rujukan yang digunakan dalam penyusunan ensiklopedia.

Gambar di atas menunjukkan karakteristik ensiklopedia keanekaragaman hayati di zona intertidal pantai Tawang Pacitan. Ensiklopedia ini memiliki karakteristik tersendiri yaitu ensiklopedia dibuat berwarna, terdapat glosarium, bio info (informasi tambahan)

serta sajian dan fitur yang menarik dalam buku. Adapun sistematika lengkap ensiklopedia meliputi: sampul (cover), pendahuluan (pengenalan singkat kenakeragaman hayati dan zona intertidal pantai, serta pengenalan lokasi penelitian), Materi (gambar dan penjelasan singkat keanekaragaman hayati, zona intertidal, jenis lamun dan makrozoobentos hasil penelitian serta manfaat lamun), Glosarium (Definisi atau Istilah) dan Daftar Pustaka (sumber rujukan).

Kerapatan Lamun

Berdasarkan pengamatan jenis lamun pada 33 titik di perairan Pantai Tawang, ditemukan 1 spesies lamun dari kelas Angiospermae, suku Hydrocharitaceae, marga *Thalassia* yaitu jenis *Thalassia hemprichii*.

Tabel 4. Kerapatan dan kerapatan Relatif Lamun di Pantai Tawang Pacitan

Jenis Lamun	Transek	Kerapatan (Tegakan/m ²)	Kerapatan Relatif (%)
<i>Thalassia hemprichii</i> (Ascherson)	I	53,45	38,06
	II	48,67	34,66
	III	38,33	27,28
Total		140,45	100

Menurut Zulkifli (dalam Hermala 2014: 5) menyebutkan kerapatan yang tergolong rapat/lebat merupakan kerapatan lamun dengan jumlah tegakan ≥ 100 ind/m², kerapatan lamun yang sedang/kurang padat merupakan kerapatan lamun dengan jumlah tegakan $\geq 50 - < 100$ ind/m², sedangkan kerapatan lamun yang tergolong sangat jarang merupakan kerapatan lamun dengan jumlah tegakan < 50 ind/m². Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan kerapatan lamun di pantai Tawang termasuk kategori lebat atau rapat dengan total kerapatan sebesar 140,45 tegakan/m².

Kelimpahan Makrozoobentos

Jenis makrozoobentos yang teridentifikasi di perairan pantai Tawang terdiri dari 3 filum dari 5 kelas. Filum *Arthropoda* terdiri dari kelas *Crustacea*, filum *Echinodermata* terdiri dari kelas *Chinoidea*, *Holothuroidea* dan *Ophiuroidea*, filum *Mollusca* terdiri dari kelas *Gastropoda*. Jenis makrozoobentos yang paling banyak ditemukan di padang lamun pantai Tawang adalah dari kelas *Holothuroidea*.

Tabel 5. Kelimpahan dan Kelimpahan Relatif Makrozoobentos di Padang Lamun Pantai Tawang Pacitan

Spesies	Transek			Jumlah	Kelimpahan (Individu/m ²)	Kelimpahan Relatif (%)
	I	II	III			
<i>Pagurus bernhardus</i>	0	1	2	3	0,09	7,89

<i>Diadema setosum</i>	0	2	2	4	0,12	10,53
<i>Tripneustes gratilla</i>	0	0	1	1	0,03	2,63
<i>Holothuria atra</i>	2	1	0	3	0,09	7,89
<i>Holothuria nobilis</i>	0	0	2	2	0,06	5,27
<i>Synapta maculata</i>	6	3	4	13	0,39	34,21
<i>Ophiocomina nigra</i>	0	0	1	1	0,03	2,63
<i>Turbo setosus</i>	2	1	0	3	0,09	7,89
<i>Conus sp</i>	0	1	1	2	0,06	5,27
<i>Strombus mutabilis</i>	1	0	0	1	0,03	2,63
<i>Nassarius margaritiferus</i>	1	0	1	2	0,06	5,27
<i>Nassarius olivaceus</i>	0	0	1	1	0,03	2,63
<i>Morula granulata</i>	0	0	1	1	0,03	2,63
<i>Rhinoclavis sinensis</i>	0	0	1	1	0,03	2,63
Total	12	9	17	38	1,14	100
Kelimpahan	0,36	0,27	0,52	1,15		
Kelimpahan Relatif (%)	31,5	23,68	44,74	100		
	8					

Jenis makrozoobentos yang paling banyak ditemukan terdapat pada transek III dengan jumlah individu sebanyak 17, kelimpahan sebesar 0,52 individu/m² dan kelimpahan relatif sebesar 44,74%. Kelimpahan makrozoobentos terendah terdapat pada transek II dengan jumlah 9 individu dengan kelimpahan sebesar 0,27 individu/m² dan kelimpahan relatif sebesar 23,68%. Kelimpahan makrozoobentos di pantai Tawang berkisar 0,27-0,52 individu/m² dengan total kelimpahan 1,15 individu/m².

Hubungan Kerapatan Lamun dengan Kelimpahan Makrozoobentos

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dari kerapatan lamun terhadap kelimpahan makrozoobentos di pantai Tawang Pacitan menghasilkan persamaan regresi linier $Y = 0,98 - 0,0127X$. Hasil regresi linier mendapatkan nilai negatif. Menurut hasil penelitian Junaidi *et al* (2017) hasil regresi linier negatif mengindikasikan kerapatan lamun dengan kelimpahan makrozoobentos memiliki hubungan yang negatif atau tidak searah. Dengan nilai $R^2 = 0,6068$ dan koefisien korelasi $r = -0,779$. Berdasarkan interpretasi koefisien korelasi Sugiyono (2013) maka hubungan kerapatan

lamun dan kelimpahan makrozoobentos di Pantai Tawang yaitu hubungan yang kuat. Tanda negatif (-) menunjukkan bahwa jenis hubungan antara kerapatan lamun terhadap kelimpahan makrozoobentos adalah tidak searah. Kondisi ini menggambarkan bahwa semakin tinggi kerapatan lamun memiliki pengaruh yang negatif bagi kelimpahan makrozoobentos. Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh tingginya kerapatan lamun yang diduga menyebabkan ruang lingkup aktivitas makrozoobentos berkurang karena ditutupi oleh akar lamun yang padat. Kondisi ini menyulitkan makrozoobentos untuk beradaptasi pada substrat dengan kadar oksigen yang sedikit (Junaidi *et al*, 2017). Koefisien regresi (R^2)= 0,6068, menurut penelitian Armanda *et al* (2016) hasil koefisien regresi mengartikan bahwa pengaruh kerapatan lamun dengan kelimpahan makrozoobentos sebesar 60,68%, sedangkan 39,32% dipengaruhi oleh faktor luar lainnya seperti faktor fisiko-kimia (suhu air, suhu udara, pH, salinitas maupun kadar oksigen) serta faktor kegiatan manusia yang mengambil makrozoobentos untuk dijual maupun dikonsumsi.

Validasi Ensiklopedia

Uji validitas ensiklopedia dari tim validator diperoleh nilai 39 atau 97,5% dan 37 atau 92,5% dalam jenjang kriteria validitas (Purwanto, 2010) termasuk dalam kategori(sangat valid), sehingga ensiklopedia yang telah disusun dapat digunakan masyarakat untuk menunjang pengetahuan mereka tentang wawasan pesisir dan layak digunakan untuk menambah kuantitas sumber belajar cetak yang memuat tentang pesisir Pacitan.

Tabel 6. Hasil Validasi Ensiklopedia

No.	Komponen Penilaian	Indikator	Validator		Rata-Rata
			I	II	
1.	Komponen Kelayakan Isi	1. Aspek cakupan materi	4	4	4
		2. Aspek merangsang keingintahuan (<i>curiosity</i>)	4	3	3,5
2.	Komponen Penyajian Materi	1. Kejelasan penyajian materi	4	4	4
		2. Aspek kesesuaian gambar dengan penjelasan	4	4	4
		3. Aspek kemenarikan penyajian	4	4	4
3.	Komponen Kebahasaan dan Keterbacaan	1. Aspek kebahasaan	3	4	3,5
		2. Aspek keterbacaan	4	3	3,5
4.	Komponen Kegrafikan	1. Aspek bagian cover ensiklopedia	4	4	4
		2. Aspek bagian isi	4	3	3,5

3. Aspek ukuran ensiklopedia	4	4	4
TOTAL SKOR	39	37	38

Validasi ensiklopedia dilakukan oleh dua orang validator. Validator pertama dari dosen dan validator kedua dilakukan oleh nelayan pantai Tawang. Hasil validasi menunjukkan ensiklopedia sangat layak digunakan untuk masyarakat umum. Hal ini bisa dilihat pada hasil validitas validator I sebesar 97,5% dan validator II sebesar 92,5%. Persentase tersebut merupakan kriteria yang sangat valid atau sangat layak. Ensiklopedia layak digunakan oleh masyarakat di lapangan. Sebelum diimplementasikan ke masyarakat, dilakukan beberapa revisi pada ensiklopedia sesuai dengan saran dan komentar dari validator I maupun validator II. Adapun revisi dari validator I adalah untuk merapikan paragraf halaman 25 pada ensiklopedia. Adapun revisi dari validator II adalah memperbaiki beberapa tulisan yang masih salah dalam ensiklopedia. Setelah ensiklopedia mendapatkan kriteria layak dari validator dan sudah direvisi maka tahap selanjutnya ensiklopedia siap untuk diimplementasikan.

Uji Coba Ensiklopedi di Lapangan

Hasil uji coba ensiklopedia kepada lima orang responden menyatakan ensiklopedia Keanekaragaman Hayati di Zona Intertidal Pantai Tawang Pacitan layak digunakan untuk menambah wawasan masyarakat umum tentang kawasan pesisir dan layak digunakan sebagai penunjang kuantitas sumber belajar cetaktentang pesisir Pacitan. Hasil ini dapat diketahui dari persentase validitas dengan rentang

90%-100%. Persentase tersebut menurut (Purwanto, 2010) termasuk dalam kriteria sangat valid atau sangat layak. Adapun hasil uji coba dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Coba Ensiklopedi di Lapangan

No.	Pernyataan	Responden				
		I	II	III	IV	V
Aspek Penyajian Materi						
1	Apakah materi yang disajikan mampu mewakili keanekaragaman hayati yang ada di zona intertidal?	4	4	4	3	4
2	Apakah penyajian materi merangsang keingintahuan (<i>Curiosity</i>)?	4	4	4	3	4
3	Apakah materi yang disajikan mudah dipelajari?	4	4	4	4	4
Komponen Kelayakan Isi						
4	Apakah bahasa yang digunakan sudah jelas?	4	4	4	4	4
5	Apakah materi yang disajikan sudah layak?	4	4	4	4	4

6	Apakah materi dengan gambar yang ditampilkan sudah sesuai?	4	4	4	4	4
Aspek Tampilan						
7	Apakah tata letak teks dan gambar sudah sesuai?	4	4	4	3	4
8	Apakah pemilihan <i>background</i> sudah sesuai?	4	4	4	4	3
9	Apakah pemilihan jenis huruf dan ukuran sudah sesuai?	4	4	4	3	4
10	Apakah gambar yang disajikan sudah jelas?	4	4	4	4	4
TOTAL SKOR		40	40	40	36	39
Validitas Uji Coba Ensiklopedia		100%	100%	100%	90%	97,5%
Kategori		Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid

Uji coba ensiklopedia di lapangan diimplementasikan kepada lima orang responden dengan latar belakang pekerjaan yang berbeda, diantaranya penjahit, guru, perangkat desa, mahasiswa dan pelajar. Hasil uji coba ensiklopedia kepada lima orang responden menyatakan ensiklopedia Keanekaragaman Hayati di Zona Intertidal Pantai Tawang Pacitan layak digunakan untuk menambah wawasan masyarakat umum tentang kawasan pesisir dan layak digunakan sebagai penunjang kuantitas sumber belajar cetaktentang pesisir Pacitan. Hasil ini dapat diketahui dari persentase validitas dengan rentang 90%-100%. Persentase tersebut menurut (Purwanto, 2010) termasuk dalam kriteria sangat valid atau sangat layak.

KESIMPULAN

Ensiklopedia keanekaragaman hayati di zona intertidal pantai Tawang Pacitan disusun dengan sistematika sebagai berikut: sampul (cover), pendahuluan (pengenalan singkat keanekaragaman hayati dan zona intertidal pantai, serta pengenalan lokasi penelitian), materi (gambar dan penjelasan singkat keanekaragaman hayati lamun dan makrozoobentos hasil penelitian serta manfaat padang lamun), glosarium (definisi atau istilah) dan daftar pustaka (sumber rujukan). Ensiklopedia ini memiliki karakteristik berupa bio info pantai Tawang meliputi kerapatan lamun, kelimpahan makrozoobentos dan hubungan antara kerapatan lamun terhadap kelimpahan makrozoobentos serta parameter lingkungan di pantai Tawang.

Hasil validitas dari dua orang validator menyatakan bahwa ensiklopedia layak digunakan oleh masyarakat. Validitas dari validator I sebesar 97,5% dan validitas dari validator II sebesar 92,5%. Adapun hasil uji coba ensiklopedia kepada lima responden juga menyatakan ensiklopedia sangat layak digunakan di lapangan dengan prosentasi validitas sebesar 90%-100%.

Adapun hubungan antara kerapatan lamun dengan kelimpahan makrozoobentos yang ada di pantai Tawang adalah tidak searah dan kuat. Hal ini berdasarkan nilai (r)

sebesar -0,779. Kondisi ini menggambarkan bahwa semakin tinggi kerapatan lamun memiliki pengaruh yang negatif terhadap kelimpahan makrozoobentos.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada bapak Akri nelayan pantai Tawang yang banyak membantu selama penelitian di lapangan serta dosen pembimbing dan laboran yang telah banyak membantu dalam membimbing penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- Basyuni M, Gultom K, Fitri A, Susetya, Slamet B & Bunting P. 2018. Diversity and habitat characteristics of macrozoobenthos in the mangrove forest of Lubuk Kertang Village, North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(1), 311-317.
- Darmawan D. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya Offset.
- Dewi NK & Prabowo SA. 2015. Status Padang Lamun Pantai-Pantai Wisata di Pacitan. *Biogenesis*, 3(1).
- Hermala. 2014. Hubungan Kerapatan Lamun dengan Kelimpahan Bivalvia Dipesisir Pantai Dolpin Desa Teluk Bakau Kabupaten Bintan.
- Hernawan, dkk. 2017. *Status Padang Lamun Indonesia 2017*. Jakarta : Puslit Oseanografi – LIPI.
- Ilahi I & Mulyadi A. 2014. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Daerah Padang Lamun Muara Sungai Riau Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 1(1), 1-9.
- John BM, Shirlal KG, & Rao S. 2015. Effect of Artificial Sea Grass on Wave Attenuation- An Experimental Investigation. *Aquatic Procedia*, 4, 221-226.
- Junaidi, dkk. 2017. Riau, K. B. P. K. *Analisis Hubungan Kerapatan Lamun Dengan Kelimpahan Makrozoobentos di Perairan Selat Bintan Desa Pengujan*.
- Kordi MG. 2011. *Ekosistem Lamun (seagrass)*. Jakarta: Rineka Cipta.
- McKenzie LJ & Campbell SJ. 2002. *Seagrass-Watch: Manual for Community (citizen) Monitoring of Seagrass Habitat*. Western Pacific Edition (QFS, NFC, Cairns
- Nybakken JW. 1988. *Biologi Laut "Suatu Pendekatan Ekologis"*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Purwanto S. 2010. *Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Rochmady R. 2010. *Rehabilitasi ekosistem padang lamun*.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kebijakan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R & D dan Penelitian Evaluasi)*. Bandung: Alfabeta
- Van der Graaf S, de VJ, Herlyn MVJ, Heyer K & Drent J. 2009. *Wadden Sea Ecosystem No. 25. Macrozoobenthos*. Common Wadden Sea Secretariat.

PENGARUH *EDIBLE COATING* DARI CANGKANG UDANG VANNAMEI UNTUK MEMPERTAHANKAN KUALITAS BUAH STROBERI (*Fragaria vesca* L.)

Kumara Rahmawati Zain, Indro Prastowo

Pendidikan Biologi

Universitas Ahmad DAhlan Yogyakarta

Email : kumarazain96@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian *edible coating* cangkang udang Vannamei dengan berbagai konsentrasi untuk mempertahankan kualitas buah stroberi (*Fragaria vesca* L.). Pada penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor perlakuan dan 3 kali pengulangan. Hasil penelitian pengaruh *edible coating* dari cangkang udang Vannamei berpengaruh terhadap kualitas buah stroberi dan konsentrasi paling optimum adalah 2% yang dapat bertahan hingga hari ke-9. Sehingga berpengaruh dalam memperkecil susut bobot dan menghambat peningkatan TPT.

Kata Kunci:

Stroberi (*Fragaria vesca* L.), *Edible Coating*, Udang Vannamei

PENDAHULUAN

Edible coating merupakan suatu lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan. *Edible coating* diharapkan dapat mempertahankan kualitas dari produk makanan dan sebagai *barrier* terhadap uap air dan pertukaran gas O₂ dan CO₂. Kitosan sebagai *edible coating* banyak dimanfaatkan pada buah dan sayuran (Marzuki dkk., 2013: 223).

Limbah cangkang udang belum banyak dimanfaatkan oleh sebagian masyarakat di Pantai Baru, Samas, Yogyakarta. Hal ini dapat memberikan nilai tambah pada usaha pengolahan udang untuk menanggulangi masalah pencemaran lingkungan, dan meningkatkan nilai perekonomian. Limbah cangkang udang merupakan sumber potensial pembuatan kitin dan kitosan, yaitu biopolimer yang secara komersial berpotensi dalam berbagai bidang industri. Cangkang udang mengandung 20-30 senyawa kitin, 21% protein, dan 40-50 mineral untuk dijadikan pelapis *edible coating* (Puspawati & Simpen, 2010: 80).

Penambahan bahan pengawet kimia dalam penggunaannya sangat terbatas karena menimbulkan bahaya bagi kesehatan, seperti kalsium benzoat, sulfur dioksida, dan kalium asetat. Sehubungan dengan hal tersebut, saat ini telah berkembang kecenderungan masyarakat dalam penggunaan bahan kimia sebagai pengawet buah, dengan memanfaatkan pengawet alami yang lebih aman dan ramah lingkungan. Salah satu bahan pengawet alami yang aman dan ramah lingkungan adalah kitosan. Kitosan adalah kitin yang telah dihilangkan gugus asetil yang menyisakan gugus amina bebas yang bersifat polikationik (Wahyuni dkk., 2017: 273).

Buah stroberi merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki potensi pasar yang baik dan merupakan komoditas unggulan yang prospektif karena dari tahun ke tahun produksinya terus meningkat. Permasalahan yang dihadapi adalah ketersediaan buah,

Diterima:

15 Agustus 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

18 Oktober 2018

teknik penanganan pasca panen, sistem distribusi, dan pengendalian mutu buah. Mutu buah berangsur-angsur menurun sejalan dengan transpirasi, respirasi, dan perubahan fisik. Selama proses penyimpanan buah akan mengalami kerusakan yang diakibatkan terjadinya perubahan fisiologis, kimia, organoleptik (rasa, bau, dan tekstur), dan keamanan untuk dikonsumsi (Dahlan dkk., 2014: 132).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh pemberian *edible coating* dari cangkang udang Vannamei dengan berbagai konsentrasi yang berbeda yang di aplikasikan pada buah stroberi (*Fragaria vesca* L.) yang dapat memperkecil susut bobot dan menghambat peningkatan total padatan terlarut.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah stroberi (*Fragaria vesca* L.) yang diperoleh dari perkebunan buah di Ketep, Magelang, Jawa Tengah. Selanjutnya cangkang udang Vannamei yang diperoleh dari limbah rumah makan Pantai Baru, Samas, Bantul, Yogyakarta. Bahan yang digunakan untuk analisa antara lain 120 gram kitosan, asam asetat glasial 1%, HCl 1 M, NaOH 1 M, aquades, kertas saring *Whatman* no. 41, sarung tangan (*gloves*) dan kertas pH universal.

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain oven, ayakan ukuran 80 *Mesh*, termometer, pengaduk kaca, gelas beaker 1000 mL dan 500 mL, gelas ukur 100 mL, gelas arloji, propipet, corong gelas, corong *bucher*, blender listrik, dan *magnetic stirrer*. Alat yang digunakan untuk analisa antara lain Refractometer (0-39°*Brix*) dan timbangan analitik.

Metode Penelitian

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK dengan jumlah perlakuan yang digunakan adalah tiga perlakuan, yaitu satu perlakuan tanpa pelapis *edible coating* dan 2 perlakuan menggunakan pelapis *edible coating* yang berbeda. Adapun ketiga konsentrasi kitosan yang digunakan³ terdiri atas 0% ; 1%; dan 2% dengan lama penyimpanan 0 hari, 3 hari, dan 6 hari. Hal ini dilakukan untuk mengetahui hubungan variasi konsentrasi terhadap lama penyimpanan buah stroberi untuk uji susut bobot buah dan total padatan terlarut.

Proses Isolasi Kitosan dari Cangkang Udang Vannamei

Prosedur isolasi kitosan dari cangkang udang Vannamei mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Puspawati & Simpen (2010: 81-82) yang terdiri atas:

a) Pengeringan cangkang udang

Bahan yang digunakan dalam proses isolasi kitosan ini menggunakan cangkang udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). Bagian cangkang udang yang dipakai adalah cangkang bagian tubuh dan kepala. Proses pengeringan, mula-mula cangkang udang direbus, kemudian dicuci dengan air mengalir sampai bersih. Selanjutnya cangkang udang Vannamei dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110-120°C selama \pm 1 jam. Setelah kering, cangkang udang digiling menggunakan blender sampai halus dan diayak menggunakan ayakan ukuran 80 *Mesh*.

b) Ekstraksi Kitin dari Cangkang Udang Vannamei

1. Penghilangan Protein (Deproteinasi)

Sebanyak 120 gram sampel cangkang udang Vannamei yang telah dihaluskan ditambahkan 1200 mL NaOH 1 M dengan perbandingan 1:10 (b/v). Campuran dipanaskan pada suhu 70-80°C selama \pm 2 jam sambil diaduk pada 50 rpm menggunakan *magnetic stirrer* dengan termometer sebagai pengukur suhu. Padatan dari serbuk cangkang udang kemudian dipisahkan dengan cara disaring menggunakan kertas *Whatman* no. 41 dan residunya dicuci dengan menggunakan aquades sampai pH netral. Pengukuran pH dilakukan dengan mencelupkan pH universal pada bagian serbuk cangkang udang dalam kondisi basah. Padatan dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C selama 2 jam sampai diperoleh serbuk cangkang udang tanpa mineral. Serbuk cangkang udang tanpa mineral ini, selanjutnya ditimbang untuk mengetahui beratnya menggunakan timbangan analitik.

2. Penghilangan Mineral (Demineralisasi)

Sampel cangkang udang Vannamei dari hasil deproteinasi pada tahap sebelumnya dimasukkan ke dalam gelas beaker sebanyak 100 gram dan ditambahkan 1000 mL larutan HCl 1 M dengan perbandingan 1:10 (b/v). Campuran serbuk cangkang udang tanpa mineral, selanjutnya dipanaskan pada suhu 70-80°C. Kemudian dilakukan pengadukan selama 2 jam menggunakan *magnetic stirrer* dengan termometer sebagai pengukur suhu. Setelah \pm 2 jam, padatan dipisahkan dari sisa campuran NaOH dengan cara disaring menggunakan kertas saring *Whatman* no. 41 dan residunya dicuci dengan menggunakan aquades sampai pH netral. Pengukuran pH dilakukan dengan mencelupkan pH universal pada bagian serbuk cangkang udang dalam kondisi basah. Kitin yang diperoleh selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C selama \pm 2 jam. Serbuk kitin ditimbang untuk mengetahui beratnya menggunakan timbangan analitik.

3. Deasetilasi

Proses deasetilasi dilakukan dengan menambahkan 50 gram sampel cangkang udang Vannamei dari hasil demineralisasi dan ditambahkan 500 mL larutan NaOH 1 M dengan perbandingan 1:20 (b/v). Kemudian kitin yang diperoleh diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama \pm 2 jam. Pada proses deasetilasi dilakukan pengukuran suhu menggunakan termometer pada suhu 120°C. Kemudian padatan dipisahkan dari sisa campuran NaOH dengan cara disaring menggunakan kertas saring menggunakan kertas saring *Whatman* no. 41 dan residunya dicuci dengan menggunakan aquades sampai pH netral. Pengukuran pH dilakukan dengan mencelupkan pH universal pada bagian serbuk cangkang udang dalam kondisi basah. Selanjutnya padatan dikeringkan pada suhu 70-80°C menggunakan oven selama 2 jam. Selanjutnya serbuk kitin ditimbang untuk mengetahui beratnya menggunakan timbangan analitik.

4. Proses Pelarutan Kitosan Cangkang Udang

Pada penelitian ini, konsentrasi kitosan yang digunakan adalah 0% (kontrol); 1%; dan 2%. *Edible coating* dari kitosan 1% w/v dibuat dengan cara melarutkan 7,36 gram kitosan dalam 100 mL asam asetat 1%, kemudian diaduk

pada suhu 40°C selama 60 menit menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan kemudian disaring dengan menggunakan corong *bucher* yang digunakan untuk memisahkan bagian-bagian yang tidak terlarut. Larutan yang tersaring kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Gelembung yang terbentuk dapat dihilangkan dengan corong *bucher*.

c) Proses Pelapisan (Coating) pada Buah Stroberi (*Fragaria vesca* L.)

Teknik yang digunakan pada proses pelapisan ini adalah dengan teknik pencelupan atau *dipping*. Semua buah stroberi yang telah dipanen pagi hari, kemudian di sortir dan dicuci dengan air yang mengalir. Setelah dicuci, buah dikeringkan menggunakan *tissue*. Buah yang sudah kering selanjutnya dicelupkan pada larutan kitosan yang telah dibuat menjadi *edible coating* dengan konsentrasi 0% (kontrol), 1%, dan 2% selama 30 detik. Setelah 30 detik, buah diangkat dan diletakkan pada kotak plastik tanpa ditutup. Setiap kotak plastik berisi 7 buah stroberi. Pada penelitian ini dilakukan tiga perlakuan lama penyimpanan 0 hari, 3 hari, dan 6 hari.

Analisis

Analisis yang dilakukan terhadap buah stroberi adalah analisa fisik dan kimia meliputi susut bobot buah dan total padatan terlarut (TPT).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik yaitu uji Regresi dan *Two Way* Anova dengan SPSS versi 21.0. Jika terdapat perbedaan nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan *Least Significance Different* (LSD) atau Uji BNT. Analisis ini didahului dengan uji Normalitas dan uji Levene untuk mengetahui Homogenitas, apabila data terdistribusi normal dan data homogen maka dilanjutkan pada analisis Regresi dan *Two Way* Anova.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Hasil Uji Susut Bobot Buah dari Stroberi (*Fragaria vesca* L.)

Hasil pengukuran rerata susut bobot dapat dilihat pada (Tabel 1), maka dapat digunakan untuk membandingkan selisih bobot sebelum penyimpanan (berat sampel awal) dengan sesudah penyimpanan (berat sampel akhir) menggunakan timbangan analitik.

Tabel 1. Hasil rata-rata susut bobot buah

No.	Hari Ke-	Perlakuan	% Rata-rata Susut Bobot Buah
1.	0	Konsentrasi 0 %	0
		Konsentrasi 1 %	0
		Konsentrasi 2 %	0
2.	3	Konsentrasi 0 %	10,46
		Konsentrasi 1 %	7,83
		Konsentrasi 2 %	3,30
3.	6	Konsentrasi 0 %	25,12
		Konsentrasi 1 %	19,80
		Konsentrasi 2 %	12,59

Berdasarkan Tabel 1. dapat diketahui bahwa rerata susut bobot buah yang dihasilkan. Penyimpanan buah stroberi selama 6 hari, susut bobot buah tertinggi dihasilkan pada konsentrasi 0% dengan rerata susut bobot buah sebesar 25,12%. Sedangkan susut bobot buah terkecil pada konsentrasi 2% selama 6 hari, dengan

rerata susut bobot buah sebesar 12,59%. Sehingga rerata susut bobot buah memperlihatkan bahwa konsentrasi *edible coating* 2% merupakan konsentrasi optimum yang digunakan untuk *coating* buah stroberi.

Berdasarkan rerata susut bobot memperlihatkan bahwa konsentrasi optimum *edible coating* cangkang udang Vannamei adalah 2% yang dapat mempertahankan kualitas buah stroberi selama penyimpanan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sitorus (2014: 40), semakin tinggi konsentrasi *edible coating* pada kitosan maka susut bobot semakin rendah terhadap lama penyimpanan. Hal ini karena konsentrasi *edible coating* pada kitosan yang semakin tinggi menyebabkan pori-pori buah terlapis optimal dibandingkan dengan konsentrasi *edible coating* pada kitosan yang rendah, sehingga transpirasi dan respirasi buah ditekan selama penyimpanan.

Berdasarkan hasil yang diperoleh (Gambar 1), dapat dibuat grafik persamaan regresi antara hubungan lama penyimpanan terhadap susut bobot buah dengan beberapa perlakuan. Susut bobot buah menunjukkan korelasi sebesar 0,8252 dengan persamaan regresi yaitu $Y = 3,195x - 0,7961$. Persamaan yang diperoleh dapat diartikan bahwa setiap peningkatan waktu sebesar 3 hari, rerata susut bobot buah akan meningkat sebesar 3,195. Berdasarkan (Gambar 1), pada grafik linier diketahui bahwa hubungan lama penyimpanan buah stroberi terhadap susut bobot buah berbanding lurus. Sehingga lama penyimpanan berpengaruh pada susut bobot buah setiap peningkatan lama penyimpanan sebesar 3 hari atau semakin lama waktu penyimpanan maka susut bobot buah semakin besar. Lama waktu penyimpanan pemberian *edible coating* yang optimal berpengaruh pada susut bobot buah adalah konsentrasi 2% dengan rerata susut bobot yang dihasilkan sebesar 12,59%.

Pemberian *edible coating* dengan konsentrasi yang tinggi yang diaplikasikan pada buah dapat membuat susut bobot relatif rendah karena *edible coating* mempunyai kemampuan dalam menghambat laju kehilangan air (Sitorus (2014: 40). Pada konsentrasi 1% mengalami kehilangan bobot buah lebih besar dibandingkan konsentrasi 2%. Hal ini menunjukkan semakin tinggi konsentrasi *edible coating* dari cangkang udang Vannamei maka susut bobot buah akan semakin rendah yang dikarenakan aktivitas respirasi yang sangat tinggi menjadi pemicu biosintesis etilen yang berperan dalam pembusukan buah.

2) Hasil Total Padatan Terlarut dari Stroberi (*Fragaria vesca* L.)

Hasil pengukuran total padatan terlarut (TPT) dilakukan untuk membandingkan gula reduksi setelah diberi *edible coating* dengan konsentrasi 0%, 1%, dan 2% dengan lama penyimpanan (0 hari, 3 hari, dan 6 hari) menggunakan Refractometer (0-39° Brix).

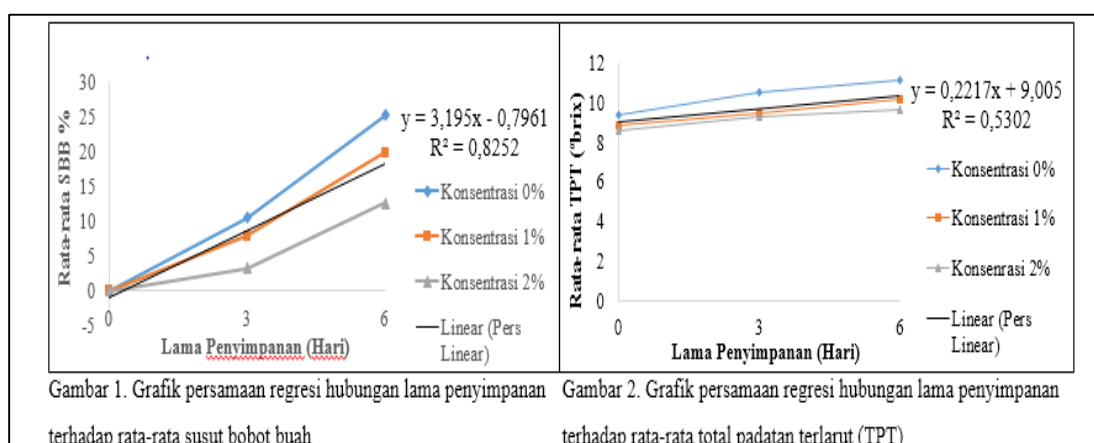
Tabel 2. Hasil rata-rata total padatan terlarut (TPT)

No.	Hari Ke-	Perlakuan	% Rata-rata Total Padatan Terlarut
1.	0	Konsentrasi 0 %	9,37
		Konsentrasi 1 %	8,87
		Konsentrasi 2 %	8,63
2.	3	Konsentrasi 0 %	10,50
		Konsentrasi 1 %	9,47
		Konsentrasi 2 %	9,33
3.	6	Konsentrasi 0 %	11,13

Konsentrasi 1 %	10,13
Konsentrasi 2 %	9,60

Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa rerata total padatan terlarut yang dihasilkan. Selama 6 hari masa penyimpanan, total padatan terlarut tertinggi yang dihasilkan pada konsentrasi 0% sebesar 11,13⁰Brix. Sedangkan rerata total padatan terlarut terkecil pada konsentrasi 2% selama 6 hari setelah penyimpanan sebesar 9,33⁰Brix. Sehingga dapat diketahui total padatan terlarut yang paling optimum yang digunakan untuk *coating* buah stroberi dihasilkan pada konsentrasi 2%. Sehingga dapat diketahui total padatan terlarut yang paling optimum yang digunakan untuk *coating* buah stroberi dihasilkan pada konsentrasi 2%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Anggarini dkk (2016: 5), bahwa penambahan *edible coating* pada buah menyebabkan permukaan buah terlindungi, sehingga proses respirasi menjadi terhambat, dimana laju respirasi yang rendah dapat menyebabkan metabolisme dan perubahan-perubahan kimia menjadi terhambat, sehingga proses pematangan dapat terhambat dan umur simpannya menjadi lebih lama. Dengan demikian, dengan terhambatnya proses pematangan, maka pembentukan gula akan terhambat pula dan nilai TPT akan lebih rendah (Anggarini dkk., 2016: 5).

Berdasarkan hasil yang diperoleh (Gambar 2), dapat dibuat grafik persamaan regresi antara hubungan lama penyimpanan terhadap total padatan terlarut dengan beberapa perlakuan. Total padatan terlarut menunjukkan korelasi sebesar 0,5302 dengan persamaan regresi yaitu $Y = 0,2217x + 9,005$. Persamaan yang diperoleh dapat diartikan bahwa setiap peningkatan waktu sebesar 3 hari, rerata total padatan terlarut akan meningkat sebesar 0,2217. Berdasarkan grafik linear diketahui bahwa lama penyimpanan buah stroberi terhadap total padatan terlarut berbanding lurus. Sehingga lama penyimpanan berpengaruh terhadap total padatan terlarut. Lama waktu penyimpanan yang paling optimal terhadap rerata total padatan terlarut adalah konsentrasi 2% sebesar 9,33⁰Brix. Hal ini menunjukkan pemberian *edible coating* pada buah stroberi dapat menghambat laju respirasi dan transpirasi. Pada perlakuan konsentrasi 1% terjadi peningkatan yang tidak jauh berbeda dengan konsentrasi 2%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mulyadi dkk., (2011: 514), yang menyatakan buah yang mengalami pematangan, maka zat padat terlarutnya akan meningkat. Peningkatan ini akan semakin tinggi jika terjadi transpirasi yang sangat cepat. Sehingga perlakuan *edible coating* mampu membentuk lapisan yang cukup baik untuk menurunkan laju respirasi dan transpirasi sehingga dapat menghambat peningkatan kandungan total padatan terlarut.



3) Uji *Two Way* ANOVA Pengaruh *Edible Coating* Cangkang Udang Vannamei untuk Mempertahankan Kualitas Buah Stroberi (*Fragaria vesca* L.)

a) Tabel 3. Hasil Uji *Two Way* ANOVA Susut Bobot Buah

Sumber	Tipe III Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Rata-rata	F	Sig.
Hari	1688,037	2	844,019	49,355	0,000
Konsentrasi	196,145	2	98,072	5,735	0,012
Hari*Konsentrasi	119,700	4	29,925	1,750	0,183

Berdasarkan Tabel 3. pada hari diperoleh nilai Sig. $0,000 \leq 0,05$ maka H_0 ditolak. Sehingga dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan nilai susut bobot buah yang signifikan pada hari. Sedangkan pada konsentrasi diperoleh nilai Sig. $0,012 \geq 0,05$ maka H_a ditolak sehingga H_0 diterima. Sehingga dapat diartikan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai susut bobot buah yang signifikan pada konsentrasi. Pada masing-masing ketiga perlakuan yang dipengaruhi lama penyimpanan buah stroberi. Hal tersebut menunjukkan bahwa lama penyimpanan menyebabkan rerata susut bobot berbeda-beda, sedangkan pada konsentrasi tidak menunjukkan adanya rerata perbedaan susut bobot buah. Hasil Uji *Two Way* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan pada hari, maka dilanjutkan dengan Uji BNT_(0,05) untuk mengetahui taraf perbedaan yang signifikan pada hari dapat dilihat pada Tabel 3.

b) Tabel 4. Hasil Uji *Two way* ANOVA Total Padatan Terlarut

Sumber	Tipe III Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Rata-rata	F	Sig.
Hari	6,442	2	3,221	22,708	0,000
Konsentrasi	3,709	2	1,854	13,073	0,000
Hari*Konsentrasi	4,162	4	1,041	7,336	0,001

Berdasarkan Tabel 4. pada hari dan konsentrasi diperoleh nilai Sig. $0,000 \leq 0,05$ maka H_0 ditolak, sehingga H_a diterima. Sehingga dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan nilai total padatan terlarut yang signifikan pada hari dan konsentrasi. Pada masing-masing ketiga perlakuan yang dipengaruhi lama penyimpanan buah stroberi. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi *edible coating* dan lama

penyimpanan menyebabkan rerata total padatan terlarut buah berbeda-beda. Hasil Uji *Two Way* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan pada konsentrasi dan hari, maka dilanjutkan dengan Uji BNT_(0,05) untuk mengetahui taraf perbedaan yang signifikan pada konsentrasi dan hari dapat dilihat pada Tabel 4.

4) Uji Beda Nyata Terkecil BNT_(0,05) Pengaruh *Edible Coating* Cangkang Udang Vannamei untuk Mempertahankan Kualitas Buah Stroberi (*Fragaria vesca* L.)

Berdasarkan hasil uji BNT_(0,05) pengaruh *edible coating* cangkang udang Vannamei untuk mempertahankan kualitas buah stroberi (*Fragaria vesca* L.). Hasil uji BNT_(0,05) dengan parameter yang diamati yaitu uji susut bobot buah dan total padatan terlarut (TPT) dengan konsentrasi 2 % memiliki nilai Sig. $0,000 \leq 0,05$ yang menunjukkan adanya beda nyata pada hari.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah disampaikan, kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Pemberian *edible coating* cangkang udang Vannamei mempunyai pengaruh dalam memperkecil susut bobot buah dan menghambat peningkatan total padatan terlarut (TPT)
2. *Edible coating* dari cangkang udang Vannamei yang paling berpengaruh terhadap konsentrasi kitosan yang optimal untuk digunakan untuk memperpanjang masa simpan buah stroberi adalah 2% dengan umur simpan buah stroberi dapat bertahan hingga hari ke-9.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Bapak Indro Prastowo, M. Biotech, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan dukungan, pengarahan, saran, semangat, meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dengan ikhlas dan segenap hati serta memberikan motivasi kepada penulis.
2. Team penelitian (*Edible Coating*) Dwi Hardianti Kusuma dan Della Blatama yang selalu menemani dan menyemangati dari awal penelitian hingga terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Anggarini, D., Nur, H., & Arie, F.M. 2016. "Pemanfaatan Pati Ganyong Sebagai Bahan Baku *Edible Coating* dan Aplikasinya pada Penyimpanan Buah Apel Anna (*Malus sylvestris*) (Kajian Konsentrasi Pati Ganyong dan Gliserol)". *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. Vol. 5. No. 1-8. Hal 4-5.
- Baldwin, E. A., R, H., & Jinhe, B. 2012. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. New York: CRC. Press.
- Dahlan, S.A., M, L., & Yusuf, H. 2014. "Uji Karakteristik fisik dan Kimia pada Buah stroberi (*Fragaria* L.) dengan Pembekuan Cepat Menggunakan Metode Pencelupan pada Nitrogen Cair". *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. Vol. 2. No.2. Hal. 132.

- Marzuki, Q., Khabibi., & Nor B.A.P. 2013. "Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Windu (*Penaeus monodon*) Sebagai *Edible Coating* dan Pengaruhnya terhadap Kadar Ion Logam Pb (II) Pada Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa*)". *Chem Info*. Vol. 1. No. 1. Hal 223-239.
- Mulyadi, F.A., Sri, K., & Deborah, G.LG. " Aplikasi *Edible Coating* untuk Menurunkan Tingkat Kerusakan Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) (Kajian Konsentrasi Karagenan dan Gliserol)". *Prosiding Seminar Sosial*. Hal. 514.
- Puspawati, N.M., & Simpen, I.N. 2010. "Optimasi Deasetilasi Chitin dari Kulit Udang dan Cangkang Kepiting Limbah Restoran Seafood Menjadi Chitosan Melalui Variasi Konsentrasi NaOH". *Jurnal Kimia FMIPA Universitas Udayana*. Vol. 4. No. 1. Hal 80-82.
- Sitorus, R.F., Terip, K., & Zulkifli, L. 2014. "Pengaruh Konsentrasi Kitosan Sebagai *Edible Coating* dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Buah Jambu Biji Merah". *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. Vol. 2. No. 1. Hal 37-41.
- Wahyuni, S., Andi, K.R., & Hamidah. 2013. "Kitosan Cangkang Udang Windu Sebagai Pengawet Fillet Ikan Gabus (*Channa striata*)". *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHP)*. Vol. 16. No. 3. Hal 273-284.

PENGARUH *EDIBLE COATING* PATI SINGKONG UNTUK MEMPERTAHANKAN KUALITAS BUAH STROBERI (*Fragaria vesca* L.)

Dwi Hardianti Kusuma, Indro Prastowo

Universitas Ahmad Dahlan

Email: nannakusuma@gmail.com

Abstrak

Masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah buah stroberi yang mudah mengalami kerusakan setelah panen. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor perlakuan dan 3 kali ulangan. Objek penelitian ini adalah buah stroberi yang diberi *edible coating* dari pati singkong. Pada penelitian ini, konsentrasi 4% mampu mengurangi peningkatan susut bobot buah sebesar 13.53%, total padatan terlarut sebesar 6.6 °Brix, dan penurunan kadar vitamin C sebesar 21.02 mg/gr dan memperpanjang umur simpan buah stroberi selama 8 hari.

Kata Kunci:

Stroberi (*Fragaria vesca* L.),
Edible Coating,
Pati Singkong.

PENDAHULUAN

Edible coating adalah suatu metode pemberian lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan. *Edible coating* dapat digunakan pada buah-buahan dan sayuran untuk mengurangi kelembaban, memperbaiki penampilan, sebagai *barrier* untuk pertukaran gas dari produk ke lingkungan atau sebaliknya, serta sebagai antifungal dan antimikroba (Usni dkk., 2016).

Singkong merupakan tanaman yang mudah tumbuh dan masih kurang dimanfaatkan oleh masyarakat. Singkong memiliki kandungan pati yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan dalam dunia teknologi sebagai *edible coating*. Pati singkong merupakan polisakarida yang bersifat mudah terurai, mudah diperoleh, dan memiliki harga yang ekonomis. Komponen utama pati singkong adalah amilosa dan amilopektin. Sifat-sifat pati singkong juga sesuai untuk bahan *edible coating* karena dapat membentuk film yang cukup kuat. Berdasarkan hasil penelitian Budiman (2011) *edible coating* berbasis pati singkong dapat mempertahankan kecerahan warna dan dapat mempertahankan umur simpan buah. Oleh karena itu pati singkong mempunyai potensi dalam teknologi *edible coating*.

Buah-buahan dapat tumbuh dengan baik dan berkualitas salah satunya buah stroberi. Kelebihan buah stroberi selain memiliki rasa yang manis dan segar serta warna buah yang merah terang, buah stroberi mempunyai kandungan gizi yang tinggi dan komposisi gizi yang cukup lengkap. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Nopita dkk (2015) buah stroberi memiliki kandungan vitamin C yang baik untuk tubuh manusia karena merupakan vitamin yang paling sederhana.

Permintaan dunia akan buah stroberi cenderung terus meningkat dari tahun ke tahun. Sifat yang tidak menguntungkan dari buah stroberi adalah buahnya yang tidak

tahan simpan dan mudah sekali rusak dalam transportasi (Pertiwi dan Wahono, 2014). Buah stroberi memiliki kehidupan pascapanen yang sangat pendek dan kerugiannya bisa mencapai 40% selama penyimpanan. Kurangnya penanganan saat pascapanen membuat hasil budidaya buah stroberi banyak mengalami kerusakan. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk menambah bahan pelapis yang dapat mengurangi difusi gas yang dapat mempertahankan kesegaran buah stroberi, salah satunya dengan pengaplikasian *edible coating*.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Biologi Terpadu Fakultas Biologi Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Objek penelitian ini adalah buah stroberi. Rancangan percobaan yang dilakukan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan yang digunakan adalah 0% (kontrol), 2% dan 4% dengan lama penyimpanan 3 dan 6 hari. Masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

Pada penelitian ini menggunakan bahan baku pati singkong, gliserol 5%, *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) 0,4%, asam askorbat 0,5%, potassium sorbat 0,5%, asam stearat 0,5%. Peralatan yang digunakan diantaranya *magnetic stirrer*, *stopwatch*, *thermometer*, *gelas beaker* 1000 ml, dan *hot plate*. Singkong disortasi dan dicuci bersih. Singkong dikupas lalu dipotong-potong kemudian dihancurkan dengan mesin parut sampai menjadi bubur. Kemudian bubur disaring dengan menggunakan kain saring dan diendapkan selama 24 jam. Selanjutnya air dibuang sehingga diperoleh pati singkong basah. Pati dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 8 jam. Setelah kering pati dihaluskan dengan blender dan disaring dengan ayakan 80 mesh (Annisa dkk., 2016).

Pati singkong dilarutkan dalam aquadest 100 ml dengan konsentrasi pati singkong 2% dan 4% (berat per volume). *Edible coating* dibuat sebanyak 500 ml. Cara pembuatan *edible coating* diawali dengan melarutkan CMC 0,4% (b/v) diaduk pada suhu 70°C sampai homogen selama 3 menit. Kemudian ditambahkan pati singkong (2% atau 4% (b/v) pada suhu 70°C hingga homogen selama 3 menit. Kemudian ditambahkan gliserol 5% (v/v) diaduk pada suhu 70°C selama 1 menit. Setelah itu, ditambahkan potassium sorbat 0,5% (b/v), diaduk selama 1 menit pada suhu 70°C. kemudian ditambahkan asam stearat 0,5% (b/v) diaduk selama ± 6 menit pada suhu 70°C (Dehya, M.,2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Rata-Rata Susut Bobot Buah Stroberi

No.	Hari Ke-	Perlakuan	Rata-rata Susut Bobot (%)
1.	0	Konsentrasi 0%	0
		Konsentrasi 2%	0
		Konsentrasi 4%	0
2.	3	Konsentrasi 0%	11.38
		Konsentrasi 2%	8.76

		Konsentrasi 4%	4.41
		Konsentrasi 0%	27.31
3.	6	Konsentrasi 2%	20.75
		Konsentrasi 4%	13.53

Tabel 2. Hasil Rata-Rata Total Padatan Terlarut

No.	Hari Ke-	Perlakuan	Rata-rata TPT (°Brix)
1.	0	Konsentrasi 0%	6.17
		Konsentrasi 2%	6.07
		Konsentrasi 4%	6.13
2.	3	Konsentrasi 0%	7.67
		Konsentrasi 2%	6.63
		Konsentrasi 4%	6.43
3.	6	Konsentrasi 0%	8.87
		Konsentrasi 2%	7.03
		Konsentrasi 4%	6.60

Tabel 3. Hasil rata-rata Kadar Vitamin C

No.	Hari Ke-	Perlakuan	Rata-rata Kadar Vitamin C (mg/g)
1.	0	Konsentrasi 0%	25.17
		Konsentrasi 2%	25.27
		Konsentrasi 4%	25.32
2.	3	Konsentrasi 0%	22.76
		Konsentrasi 2%	23.36
		Konsentrasi 4%	23.39
3.	6	Konsentrasi 0%	19.76
		Konsentrasi 2%	20.39
		Konsentrasi 4%	21.02

Hasil pengujian *edible coating* yang dihasilkan ditunjukkan Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 di atas.

1. Susut Bobot Buah

Susut bobot merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk melihat kuantitas buah setelah dipanen. Hal ini dikarenakan setelah dipanen buah masih melakukan aktifitas fisiologinya antara lain laju respirasi dan transpirasi (Marnila dkk., 2014). Penyusutan bobot menyebabkan buah mengerut dan layu serta dapat mempercepat pertumbuhan jasad renik pembusuk sehingga bahan yang disimpan menjadi cepat rusak. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa susut bobot buah stroberi terus meningkat selama penyimpanan. Pada hari Ke-6

buah stroberi dengan konsentrasi 0% mengalami susut bobot hingga 27.31% sedangkan konsentrasi 4% mengalami susut bobot 13.53%.

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan hasil rata-rata susut bobot buah. Pada Tabel tersebut terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi pati singkong maka susut bobot buah akan semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh adanya pemberian *edible coating* mampu membentuk lapisan yang cukup tinggi untuk menekan proses respirasi dan transpirasi sehingga penyusutan bobot buah stroberi juga dapat ditekan. Menurut Mulyadi dkk (2013) menyatakan bahwa ketebalan *edible coating* berpengaruh pada permeabilitas gas dan uap air, karena semakin tebal *edible coating* maka permeabilitas gas dan uap air akan semakin kecil. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka ketebalan lapisan juga semakin tinggi akibatnya pori-pori kulit buah semakin tertutup sehingga dapat menekan besarnya laju respirasi dan transpirasi.

2. Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut merupakan atribut yang penting dalam menentukan kualitas buah. Kemanisan merupakan penanda mutu yang penting bagi konsumen buah-buahan. Nilai total padatan terlarut merupakan nilai yang menggambarkan gula yang terdapat pada buah pada keseluruhan atau gula total. Menurut Istianingsih dan Darda (2013) kualitas rasa manis dari buah dapat diukur dengan total padatan terlarut karena komponen utama dari padatan terlarut adalah gula.

Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan bahwa selama penyimpanan buah stroberi terus mengalami peningkatan. Total padatan terlarut tertinggi pada hari ke-6 terlihat pada konsentrasi 0% sebesar 8.87 °Brix sedangkan total padatan terlarut terkecil pada konsentrasi 4% sebesar 6.6 °Brix. Pada hari ke-6 perlakuan *edible coating* dengan konsentrasi 4% dapat menahan laju respirasi paling baik dari perlakuan lainnya dengan nilai total padatan terlarut sebesar 6.6 °Brix. Hal ini menunjukkan bahwa *edible coating* dengan konsentrasi 4% dapat menghambat respirasi buah dengan jalan menghambat aktivitas mikroba. Berkurangnya oksigen yang masuk kedalam buah menyebabkan terhambatnya proses respirasi akibatnya penggunaan substrat seperti gula lebih rendah, dan menyebabkan penggunaan hasil perubahan pati menjadi lebih sedikit. Menurut Nopita dkk (2015) menyatakan bahwa ketebalan *edible coating* berpengaruh pada permeabilitas gas dan uap air, karena semakin tebal *edible coating* maka permeabilitas gas dan uap air akan semakin kecil. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka ketebalan lapisan juga semakin tinggi akibatnya pori-pori kulit buah semakin tertutup sehingga dapat menekan besarnya laju respirasi dan transpirasi. Terjadinya peningkatan °Brix pada total padatan terlarut seiring dengan meningkatnya kandungan gula pada buah sejalan dengan proses pematangan. Salah satu parameter proses pematangan buah berlangsung ditandai dengan meningkatnya hidrolisis pati menjadi gula-gula sederhana. (Goukh dkk., 2010).

3. Kadar Vitamin C

Kadar vitamin C dalam buah stroberi akan mengalami penurunan seiring dengan pematangan buah. Selain itu, vitamin C mudah terdegradasi. Oleh karena itu, kadar vitamin C dalam buah dapat dijadikan sebagai parameter kualitas buah stroberi.

Berdasarkan Tabel 2. rata-rata kadar vitamin C buah stroberi pada hari ke-6 menunjukkan nilai penurunan kadar vitamin C tertinggi pada konsentrasi 0% sebesar 19.76 dan kadar vitamin C terendah pada konsentrasi 4% sebesar 21.02 mg/gr. Perlakuan *edible coating* konsentrasi 4% menunjukkan penurunan kadar vitamin C yang lebih kecil jika dibandingkan perlakuan yang lain. Hal ini menunjukkan pemberian *edible coating* pati singkong dapat menghambat difusi O_2 kedalam jaringan buah, dan reaksi oksidasi penyebab kerusakan vitamin C dapat diperlambat. Sedangkan pada buah yang tidak dilapisi *edible coating*, difusi O_2 kedalam jaringan tidak dapat dihambat, yang mengakibatkan degradasi vitamin C akan terus berlangsung. Terdegradasi vitamin C ini menyebabkan penurunan kandungannya dalam buah. Hal ini dikarenakan vitamin C sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga menyebabkan turunya kandungan vitamin C pada buah. Hal ini dikarenakan vitamin C sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga menyebabkan turunya kandungan vitamin C pada buah. Menurut Annisa dkk (2016) asam askorbat sangat mudah teroksidasi secara reversible menjadi asam L-dehidroaskorbat yang masih mempunyai aktivitas vitamin C. Asam ini secara kimia juga sangat labil dan mengalami perubahan lebih lanjut menjadi asam L-diketogulonat yang tidak lagi memiliki keaktifan sebagai vitamin C.

Berdasarkan Tabel 3. secara umum kadar vitamin C buah stroberi selama pematangan mengalami penurunan. Semakin lama penyimpanan maka kadar vitamin C semakin menurun dalam buah. Hal ini disebabkan karena semakin lama penyimpanan O_2 yang berdifusi kedalam jaringan yang dapat mengoksidasi vitamin C. Menurut Pujimulyani (2009) selama proses pematangan akan terjadi penurunan asam-asam organik, penurunan asam organik ini diduga disebabkan oleh penggunaan asam organik pada proses respirasi atau mengalami konversi menjadi gula.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah disampaikan, kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Pemberian *edible coating* dari pati singkong berpengaruh dalam mempertahankan kualitas buah stroberi yaitu dapat memperkecil susut bobot buah, menghambat peningkatan total padatan terlarut, dan memperkecil penurunan kadar vitamin C.
2. Konsentrasi optimum pemberian *edible coating* dari pati singkong adalah konsentrasi 4% dengan umur simpan buah stroberi dapat bertahan selama 8 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tidak terhingga kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, terimah kasih atas doa, dukungan dan nasehat serta kepercayaan yang sangat berarti untukku
2. Bapak Indro Prastowo M. Biotech, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan petunjuk-petunjuk, serta dorongan kepada penulis untuk menyusun artikel ilmiah ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Annisa, R., Ismed, S., & Lasma, N.L. 2016. Pengaruh Konsentrasi Ubi Jalar Pada Bahan Pelapis Edibel Terhadap Mutu Buah Salak Terolah Minimal Selama Penyimpanan. *Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 4 (2), 216.
- Budiman. 2011. *Aplikasi Pati Singkong Sebagai Bahan Baku Edible Coating Untuk Memperpanjang Umur Simpan Pisang Cavendish (Musa cavendishii)*. Skripsi. Bogor, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, 43.
- Dehya, M. 2015. Aplikasi Edible Coating Berbasis Pati Singkong Untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Naga Terolah Minimal. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor, 8.
- Goukh, A. B. A., Shattir, A. E. T., dan Mahdi, E. F. M. 2010. Physico-chemical changes during growth and developments of papaya fruit. *Agric Biol*, 1 (5), 871-877.
- Istianingsih, T & Darda, E. Pengaruh Umur Panen dan Suhu Simpan Terhadap Umur Simpan Buah Naga Super Red (*Hylocereus costaricensis*). *Hort Indonesia*, 4(1), 54-61.
- Marlina, L., Y. Aris, P., & Usman A. Aplikasi Pelapisan Kitosan dan Lilin Lebah untuk Meningkatkan Umur Simpan Salak Pondoh. *Keteknikan Pertanian*, 2 (1), 68.
- Mulyadi, A. F., S. Kumalaningsih dan D. Giovanny LG. 2013. *Aplikasi Edible Coating Untuk Menurunkan Tingkat Kerusakan Jeruk Manis (Citrus sinensis) (Kajian Konsentrasi Karagenan dan Gliserol)*. di Institut Program Studi Teknologi Industri Pertanian Bekerjasama dengan Asosiasi Profesi Teknologi Agroindustri (APTA) 507.
- Nopita, S., Dwi D. N & Cich S. Pengaruh Konsentrasi Tepung Keragenan dan Gliserol sebagai *Edible Coating* Terhadap Perubahan Mutu Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa*) Selama Penyimpanan. *Teknik Pertanian Lampung*, 4(4), 305-314.
- Pertiwi, M.F.D., & Wahono, H.S. 2014. Pengaruh Proporsi (Buah: Sukrosa) dan Lama Osmosis Terhadap Kualitas Sari Buah Stroberi. *Pangan dan Agroindustri*, 2 (2), 82-83.
- Pujimulyani, D. 2009. *Teknologi Pengolahan Sayur-sayuran dan Buah-buahan*. Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Usni, A., Terip, K., & Era, Y. 2016. Pengaruh *Edible Coating* Berbasis Pati Kulit Ubi Kayu Terhadap Kualitas Dan Umur Simpan Buah Jambu Biji Merah Pada Suhu Kamar. *Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 4 (3), 293-303.

Cemaran Mikroba pada Jajan Pasar yang Beredar di Sekolah – Sekolah Wilayah Ponorogo

Devita Yudhayanti, Endang Ernawaningtyas

Akafarma Sunan Giri Ponorogo

Email: yudhayantidevita@gmail.com

Abstrak

Standar mutu suatu produk makanan ada beberapa macam, diantaranya : kenampakan fisik, kandungan gizi, kandungan bahan tambahan makanan berbahaya dan cemaran mikroba. Cemaran mikroba dapat berasal dari mana saja terutama dari udara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah cemaran mikroba yang ada pada beberapa jajanan yang beredar di sekolah – sekolah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif deskriptif. Hasil dari penelitian ini adalah; dari 50 jenis sampel uji yang dianalisa, ada 7 jenis sampel yang memenuhi persyaratan angka cemaran mikroba dan ada 43 jenis sampel uji yang tidak memenuhi persyaratan angka cemaran. Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk masyarakat luas, terutama untuk produsen makanan dan minuman.

Kata Kunci:

cemaran mikroba,
jajan pasar,
Ponorogo,
sekolah

PENDAHULUAN

Pertambahan penduduk yang terjadi di Indonesia diikuti dengan perkembangan di seluruh sector kehidupan. Termasuk di dalamnya perkembangan di sector ekonomi dan pangan . Berbicara tentang pangan, tidak lepas dari masalah ekonomi. Peningkatan dan kesejahteraan ekonomi salah satunya ditandai dengan peningkatan pangan pada masyarakat. Perkembangan industry pangan juga dapat meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat.

Perkembangan industry pangan yang terjadi di masyarakat khususnya di wilayah Ponorogo selama kurun waktu 5 tahun terakhir cukup pesat. Perkembangan industry kecil di sector pangan ditandai dengan maraknya pedagang kaki lima yang menjajakan jajanan. Jajanan tersebut sebagian besar dikonsumsi oleh anak – anak dan remaja.

Sentra – sentra pedagang kaki lima yang menjajakan aneka jajanan tersebut sebagian besar berada di wilayah sekolah yang rata – rata mempunyai siswa yang cukup banyak seperti SD Ma'arif, SD Muhammadiyah, SMP 1 dan SMA 1 Ponorogo. Selain itu juga ada tempat – tempat umum yang sering menjadi tempat mangkal para remaja , seperti depan Gedung Olah Raga Ponorogo, Jalan Baru, dan kawasan Alun – alun Ponorogo. Peredaran aneka jajanan tersebut mendorong peneliti untuk melakukan penelitian tentang adanya cemaran mikroba dalam aneka jajanan tersebut. Hal ini karena

Diterima:

17 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

29 Desember 2018

dalam pengamatan selama ini, para pedagang menjajakan dagangannya di pinggir jalan dan area terbuka, sehingga memungkinkan besarnya kontaminan mikroba yang berasal dari udara bebas maupun air. Menurut Lud Waluyo (2010), Kelompok bakteri koliform, adalah salah satu contoh bakteri indikator penting pada air konsumsi, industry dan yang lainnya. Kepadatan bakteri kelompok Koliform dapat digunakan kriteria derajat pencemaran dan kualitas sanitasi.

Setiap makanan mempunyai standar mutu yang berbeda untuk dapat dikonsumsi secara aman oleh masyarakat. Standar mutu pangan diatur dalam Undang – undang Nomor 7 Tahun 1996 tentang Pangan. Keamanan pangan merupakan jaminan bagi konsumen. Menurut Undang – undang nomor 7 tahun 1996 (1996), keamanan pangan adalah Kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia dan benda lainnya yang dapat mengganggu, merugikan dan membahayakan kesehatan manusia.

Penelitian ini terbatas pada pemeriksaan cemaran mikroba saja. Keberadaan mikroba dalam pangan dapat menurunkan kualitas produk. Menurut Sylvia T. Pratiwi (2002) Penampakan (*organoleptis*) yang tampak pada produk akibat kerusakan mikroorganisme adalah timbul rasa yang tidak enak, timbul bau tidak sedap akibat terbentuknya metabolit, terjadi perubahan warna, terjadi perubahan Ph akibat tumbuhnya khamir dan kapang yang menyebabkan pH turun menjadi pH yang disukai bakteri, terjadi depolimerisasi (kehilangan viskositas) dan pengendapan zat – zat tak larut, serta terjadi polimerisasi berupa penggumpalan.

Setiap jenis makanan mempunyai batasan standar jumlah cemaran mikroba. Hal ini tergantung dari jenis dan komposisi bahan baku dari setiap makanan. Jumlah cemaran mikroba yang kurang dari batasan standar dapat dikatakan memenuhi syarat untuk dikonsumsi. Sedangkan jumlah cemaran yang jumlahnya melebihi batasan standar tidak layak untuk dikonsumsi, karena akan berakibat buruk bagi kesehatan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang bersifat observasi. Teknik pengambilan sampel dengan purposive random sampling, pemilihan sampel berdasarkan ciri –ciri atau sifat tertentu berdasarkan karakter populasi yang sudah ditentukan berdasarkan karakter populasi yang sudah ditentukan oleh peneliti. (Taufiqurrohman, 2008). Populasi dari penelitian ini adalah jajanan yang dijual oleh pedagang kaki lima di wilayah Ponorogo dengan 17 titik wilayah dan 50 jenis jajanan. Sampel yang diambil adalah 50 jenis dengan jumlah 150 bungkus.

Data yang diperoleh berupa hasil pengamatan fisik dan biologi. Pengamatan fisik berupa organoleptis sampel yang meliputi : bentuk, warna , bau dan rasa. Sedangkan pengamatan biologi merupakan hasil dari pengujian Angka Lempeng Total dan Angka Perkiraan Terdekat atau Most Probability Number. Data yang diperoleh berupa angka yang disajikan dalam bentuk table. Hasil angka yang diperoleh melebihi nilai yang tertera dalam persyaratan , berarti sampel yang diuji mempunyai nilai yang melebihi ambang batas dan dapat dikatakan Tidak Memenuhi Syarat (TMS).

Setiap sampel untuk pengamatan biologi mempunyai dua hasil yaitu hasil ALT dan MPN. Jika salah satu dari pemeriksaan tersebut tidak memenuhi syarat. Karena untuk persyaratan mikroba, dari serangkaian jenis pemeriksaan harus memenuhi syarat semua, jika salah satu pemeriksaan tidak memenuhi syarat maka sampel tersebut secara umum tidak memenuhi syarat untuk dikonsumsi secara aman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan dipaparkan dalam table berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Cemaran Mikroba pada Jajanan

No	Nama sampel	Asal sampel	Hasil	Batasan Maksimal	Keputusan
1.	Es roti gori – gori	SD Ma'arif	40×10^3	10^4	TMS
2.	Es salju		187×10^5	10^4	TMS
3.	Es cao		73×10^5	10^4	TMS
4.	Jeli		40×10^6	10^4	TMS
5.	Kue pizza	SD Muhammadiyah	$>300 \times 10^4$	10^4	TMS
6.	Mie		41×10^6	10^6	TMS
7.	Kue srabi		36×10^4	10^6	MS
8.	Agar – agar	SD Ronowijayan	204×10^5	10^4	TMS
9.	Susu Kedelai		86×10^6	5×10^4	TMS
10.	Jus Jambu		37×10^5	10^4	TMS
11.	Arem-arem	SMK Kesehatan BKM	186×10^6	10^6	TMS
12.	Jamu Parem		181×10^3	10^4	TMS
13.	Donat		112×10^5	10^4	TMS
14.	Klepon	SMP 1 SIMAN	128×10^3	10^6	MS
15.	Gethuk	SDN 1 SIMAN	59×10^3	10^6	MS
16.	Coklat Meses		167×10^6	10^4	TMS
17.	ES degan		$>300 \times 10^4$	10^4	TMS
18.	Perkedel	SMA 1 PONOROGO	109×10^5	10^6	TMS
19.	Es Lilin	SD MT	104×10^1	10^4	MS
20.	Saos Cabe		65×10^6	10^4	TMS
21.	Es Blewah	MI Singosaren	$>300 \times 10^4$	10^4	TMS
22.	Es Tape		77×10^4	10^4	TMS
23.	Tempura		$>300 \times 10^4$	5×10^5	TMS
24.	Roti Kukus	SDN 1 Singosaren	$>300 \times 10^4$	10^4	TMS
25.	Pia-pia		54×10^5	10^6	TMS
26.	Brownis		$>300 \times 10^4$	10^4	TMS
27.	Teh Kemasan	SDN Kadipaten 1	$>300 \times 10^4$	10^2	TMS
28.	Donat		$>300 \times 10^4$	10^4	TMS
29.	Lumpia		$>300 \times 10^4$	10^6	TMS
30.	Es Lilin	SDN Kadipaten 2	84×10^3	10^4	MS
31.	Es Degan		75×10^6	10^4	TMS
32.	Melon		$>300 \times 10^4$	10^4	TMS

No	Nama sampel	Asal sampel	Hasil	Batasan Maksimal	Keputusan
33.	Es Lilin Merah	SDN 2 Polorejo	$>300 \times 10^4$	10 ⁴	TMS
34.	Es Lilin Hijau		$>300 \times 10^4$	10 ⁴	TMS
35.	Es Lilin Coklat		$>300 \times 10^4$	10 ⁴	TMS
36.	Es Rujak		$>300 \times 10^4$	10 ⁴	TMS
37.	Pentol	SMA 1 Babadan	$>300 \times 10^4$	10 ⁴	TMS
38.	Saos Cabe		$>300 \times 10^4$	10 ⁴	TMS
39.	Susu Kedelai		119×10^2	5×10^4	MS
40.	Jus Jambu		$>300 \times 10^4$	10 ⁴	TMS
41.	Es cao	SMPN 2 Babadan	$>300 \times 10^4$	10 ⁴	TMS
42.	Tempura		$>300 \times 10^4$	5×10^5	TMS
43.	Roti Tempura		$>300 \times 10^4$	10 ⁶	TMS
44.	Mie		27×10^3	10 ⁶	MS
45.	Saos		$>300 \times 10^4$	10 ⁴	TMS
46.	Pentol		$>300 \times 10^4$	10 ⁵	TMS
47.	Roti Piza		90×10^3	10 ⁴	TMS
48.	Agar – agar	SD Keniten	$>300 \times 10^4$	10 ⁴	TMS
49.	Es Teh		$>300 \times 10^4$	10 ⁴	TMS
50.	Cimol		249×10^1	10 ⁵	MS

Dari 50 jenis sampel uji yang dianalisa, ada 7 jenis sampel uji yang memenuhi persyaratan angka cemaran mikroba dan 43 jenis sampel uji tidak memenuhi persyaratan angka cemaran mikroba. Sampel uji yang memenuhi syarat tersebut adalah ; kue srabi, klepon, getuk, es lilin , susu kedelai, mie bungkus dan cimol.

Rata – rata sampel uji tersebut adalah produksi rumahan (home industry). Rata – rata 43 jenis sampel uji yang tidak memenuhi syarat adalah jenis makanan ringan yang disajikan secara terbuka tanpa wadah penutup. Cemaran mikroba berasal dari udara bebas selama proses penyajian ataupun proses produksi yang kurang higienis. Tanah , air dan udara merupakan media terbesar bagi semua mikroorganisme. Untuk makanan ataupun minuman, kontaminan yang paling berpotensi ada dua, yaitu air, dimana air digunakan dalam proses pembuatan mulai dari pencucian peralatan dan bahan utama sampai bahan penunjang dalam proses produksi. Air yang tidak higienis akan menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme dan menjadi sumber cemaran. Sumber cemaran yang kedua yaitu udara; makanan dan minuman yang sudah siap dalam kemasan maupun tanpa kemasan.

Dalam proses pengemasan yang kurang baik, udara merupakan factor utama pencemaran setelah air. Dari hasil penelitian di atas dapat dilihat bahwa rata – rata makanan yang tidak memenuhi syarat atau tercemar adalah makanan yang disajikan tanpa kemasan. Sedangkan hasil yang ditunjukkan bahwa makanan atau jajanan tersebut layak konsumsi, rata – rata adalah makanan yang dikemas dengan baik atau makanan yang disajikan dalam keadaan panas (dimasak), sehingga mikroorganisme tidak dapat tumbuh.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ; dari 50 jenis sampel uji yang dianalisa, ada 7 jenis sampel yang memenuhi persyaratan angka cemaran mikroba. Jajanan yang tercemar menunjukkan hasil cemaran dengan jumlah mikroba yang melebihi ambang batas maksimal dan tidak layak untuk dikonsumsi.

Disarankan kepada para produsen makanan / jajanan untuk lebih memperhatikan hyegenitas dalam proses pengolahan dan pengemasannya, agar kontaminasi dapat dikurangi dan dihindari sehingga makanan / jajanan mempunyai kualitas yang lebih baik dan aman untuk kesehatan sehingga layak untuk dikonsumsi masyarakat.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonim.1997. Petunjuk Praktikum Mikrobiologi, UNS
Departemen Kesehatan. 1991. Petunjuk Pemeriksaan Mikrobiologi Makanan dan Minuman
Joko R. 1996. Petunjuk Khusus Deteksi Mikroba Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi UGM
Karliah. 2014. Analisis Cemaran Bakteri Coliform pada Saus Tomat Jajanan Bakso Tusuk yang beredar di Manado, Jurnal Ilmiah Farmasi, Vol.3 No.2
Undang – Undang Kesehatan Tahun 1996 tentang Pangan. 1996. DepKes RI
Srikandi. 1989. Analisis Mikrobiologi Pangan, IPB Press
Waluyo L. 2010. Teknik Metode Dasar Mikrobiologi, UMM Press

Struktur Komunitas Ikan pada Padang Lamun Pantai Pidakan Pacitan sebagai Bahan Penyusun Ensiklopedia untuk SMA KELAS X

Askari Eka Yuniyanto, Nurul Kusuma Dewi, Muh. Waskito Ardhi

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas PGRI Madiun

Email: askariekayuniyanto15@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari jenis-jenis yang hidup dipadang lamun, mengetahui pengaruh komunitas lamun terhadap struktur komunitas ikan yang hidup di dalamnya, mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kepadatan padang lamun (suhu air, suhu udara, pH, DO, kecepatan arus dan kedalaman), mengetahui kelayakan penggunaan ensiklopedia tentang struktur komunitas ikan pada padang lamun pantai Pidakan Pacitan pada materi ekosistem dan interaksi antar komponennya sebagai bahan ajar. Metode penelitian ini dilakukan dengan observasi dan wawancara dengan nelayan yang ada di Pantai Pidakan Pacitan. Hasil penelitian ditemukan 13 spesies dari 11 familia. Spesies yang ditemukan yaitu *Halichoeres chloropterus*, *Halichoeres argus*, *Halichoeres nebulosus*, *Acanthurus triostegus*, *Petroscirtes variabilis*, *Cirrhittus pinnulatus*, *Pempheris adusta*, *Neoglypidodon melas*, *Scorpaenopsis oxycephala*, *Epinephelus hexagonatus*, *Syngnathoides biaculeatus*, *Terapon jarbua* dan *Arothron hispidus*. Selanjutnya juga diketahui bahwa Lamun yang memiliki kepadatan tinggi memiliki struktur komunitas ikan yang lebih beragam dan melimpah, sedangkan lamun yang memiliki kepadatan rendah komunitas ikan yang ada dilamunnya juga semakin sedikit. Faktor – faktor fisika-kimia (suhu perairan, suhu udara, pH, DO, kecerahan dan kecepatan arus) yang ada di Pantai Pidakan secara umum dalam kondisi yang baik sehingga mendukung kehidupan ikan dan lamun. Produk akhir dari penelitian ini adalah buku ensiklopedia. Setelah dilakukan validasi oleh dosen ahli media dan guru biologi diketahui bahwa ensiklopedia ini secara hasil angka validasi yaitu sebesar 99,25 % maka dapat dikatakan layak digunakan tanpa ada revisi namun menurut dosen ahli media tetap perlu dilakukan perbaikan sesuai dengan standart ensiklopedia yang ada

Kata Kunci:
lamun,
komunitas ikan,
ensiklopedia

PENDAHULUAN

Ekosistem padang lamun adalah salah satu contoh ekosistem dari kekayaan hayati yang dimiliki Indonesia. Menurut Romimohtarto dan Juwana (dalam Rappe, 2010), lamun (*seagrass*) merupakan satu-satunya tumbuhan berbunga yang memiliki kemampuan dapat hidup di lingkungan laut. Tumbuhan lamun secara morfologi berbentuk seperti layaknya rumput yang hidup didarat, dimana mereka mempunyai tunas, daun yang tegak dan tangkai-tangkai yang merayap. Bagian dari tubuh lamun

Diterima:
16 September 2018

Dipresentasikan:
22 September 2018

Disetujui Terbit:
20 Desember 2018

tersebut efektif untuk berkembang-biak dan mempunyai akar dan sistem internal untuk mengangkut gas dan zat-zat hara. Lamun merupakan tumbuhan yang memiliki produktivitas primer yang tinggi. Menurut Supriharyono (dalam Latuconsina, 2011), tingginya produktivitas primer yang dimiliki oleh lamun menjadikannya sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), memijah (*spawning ground*), pembesaran (*nursery ground*), dan tempat berlindung bagi sebagian besar sumberdaya hayati ikan. Salah satu contoh jenis ikan yang memanfaatkan padang lamun sebagai tempat tinggalnya adalah ikan baronang. Ikan baronang (*Siganus* sp) merupakan ikan pemakan tumbuhan atau herbivor, oleh sebab itu ikan ini banyak dijumpai pada perairan laut yang memiliki banyak tumbuhan lautnya, misalnya padang lamun dan terumbu karang (Ellen, 2016).

Padang lamun merupakan daerah yang telah lama diketahui oleh masyarakat nelayan sebagai daerah penangkapan ikan. Kurangnya pengetahuan tentang fungsi lamun mengakibatkan kurangnya pengelolaan yang terpadu terhadap keberadaan dan kelestarian padang lamun. Padang lamun dianggap sebagai tumbuhan pengganggu dalam penangkapan ikan maupun sehingga tidak jarang, banyak lamun yang di rusak populasinya.

Pacitan merupakan salah satu kabupaten di daerah Jawa Timur yang memiliki sumber daya laut yang melimpah. Sedikitnya terdapat sebanyak 17 pantai yang sudah diketahui keberadaannya. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diketahui bahwa tidak semua pantai di pacitan memiliki ekosistem padang lamun. Menurut penelitian yang sudah dilakukan oleh Dewi dan Sigit (2015) diketahui bahwa di pacitan terdapat dua pantai yang memiliki ekosistem padang lamun. Salah satunya adalah Pantai Pidakan. Pantai Pidakan merupakan pantai yang memiliki ekosistem lamun dengan vegetasi tunggal, dimana di pantai Pidakan ini hanya ditumbuhi oleh satu jenis lamun. Lamun yang tumbuh tersebut adalah lamun dari jenis *Thalassia hemprichii* (Ehrenberg Ascherson). Tidak melimpahnya jenis lamun yang tumbuh di pantai pidakan disebabkan karena pantai pidakan memiliki substrat bebatuan dan arus pantai yang sangat kuat. Lamun yang tumbuh di Pantai Pidakan berasosiasi dengan berbagai jenis organisme. Akar yang kokoh dan daun lebat merupakan fungsi lamun yang sangat produktif bagi perairan. Akar-akarnya berfungsi sebagai penahan sedimen dari adukan arus, ombak dan badai. Daun-daunnya merupakan pelindung bagi dasar perairan berikut flora dan faunanya dari kekeringan dan sengatan sinar matahari. Meskipun memiliki ekosistem padang lamun menurut hasil penelitian dari Dewi dan Sigit (2015) diketahui bahwa ekosistem lamun pantai pidakan memiliki prosentase nilai kepadatan sebesar 30,89 %. Data prosentase tersebut menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.200 tahun 2004 dalam Dewi dan Sigit (2015) nilai tersebut berarti kondisi padang lamun Pantai Pidakan termasuk kategori kurang kaya/kurang sehat. Kondisi tersebut mengharuskan adanya pengelolaan ekosistem lamun secara terpadu agar kondisinya membaik.

Pantai Pidakan Pacitan merupakan pantai yang potensial dari segi kekayaan alam yang dimiliki, namun berbagai sumber yang sudah disebutkan di atas banyak mengungkapkan bahwa kondisi ekosistem pesisir lautnya masih kurang sehat. Hal itu dikarekan kurangnya pengetahuan dari masyarakat tentang fungsi padang lamun.

Sehingga banyak dari masyarakat yang mengabaikan ekosistem lamun dan bahkan merusaknya karena dirasa menjadi tanaman pengganggu dalam penangkapan ikan. Selanjutnya, berdasarkan data yang diperoleh dari komunikasi pribadi dengan masyarakat sekitar pantai diketahui bahwa, kurangnya pengetahuan masyarakat tentang lamun bukan karena tidak adanya informasi tentang lamun, akan tetapi karena informasi yang didapatkan masih sangat sulit untuk dipahami oleh masyarakat umum sehingga banyak dari masyarakat yang enggan untuk membaca informasi tersebut.

Berbicara mengenai ilmu pengetahuan sangat erat kaitannya dengan pendidikan yang ada, semakin baik pendidikan maka semakin banyak pula ilmu pengetahuan yang diterima dan semakin rendah pendidikan maka tingkat pengetahuan seseorang juga akan semakin rendah. Untuk memenuhi ketercapaian sektor pendidikan yang diinginkan, di Indonesia tengah melakukan beberapa uji coba pada kurikulum untuk mencapai pendidikan yang baik. Kurikulum 2013 adalah kurikulum yang tengah di uji cobakan di tahun 2018 ini. Kurikulum 2013 ini merupakan lanjutan dari pengembangan kurikulum 2004 dan KTSP 2006 dimana mencakup kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara terpadu dengan menekankan pada penerapan pendekatan ilmiah atau *scientific approach*. Pendekatan ilmiah pada kurikulum 2013 ini meliputi aktivitas mengamati, menanya, mencoba, mengolah, menyajikan, menyimpulkan dan mencipta yang diterapkan pada semua mata pelajaran.

Pembelajaran di tingkat SMA kurikulum 2013, pada materi kelas X Kompetensi Dasar (KD) 3.10 yaitu menganalisis komponen ekosistem dan interaksi antar komponennya. Pembelajaran dikelas tak lepas dari peran bahan ajar seperti buku paket dan buku pendamping. Salah satu buku pendamping yang sering digunakan guru adalah ensiklopedia. Ensiklopedia adalah sebuah karya tulis ilmiah yang berisi tentang informasi yang sangat luas dalam berbagai ilmu pengetahuan yang pada umumnya disusun secara alfabetis (Subrata, 2009). Ensiklopedia memiliki kelebihan dalam hal penyajian informasi yang lebih mendasar dan lengkap. Ensiklopedia diharapkan dapat menampilkan sesuatu yang berkesan, dapat diterima sebagai sumber pengetahuan, dan mudah dipahami. Penelitian Pratiwi (2014:85) menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar siswa mengalami kenaikan setelah menggunakan bahan ajar ensiklopedia bangun datar. Hal ini disebabkan karena ensiklopedia yang digunakan dalam proses pembelajaran disajikan dengan tampilan yang lebih menarik, sehingga menambah daya tarik dan semangat siswa dalam proses belajar. Hasil penelitian Devy (2015:74) penilaian *reviewer*, terkait ensiklopedia *brainware of chemistry* mempunyai kualitas sangat baik sesuai kriteria penilaian ideal.

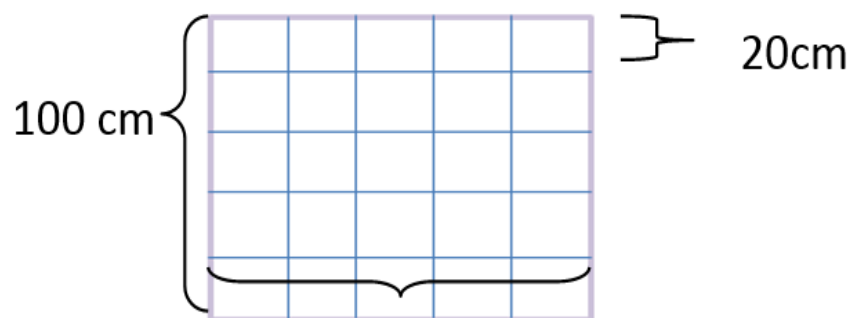
Disamping beberapa kelebihan yang diperoleh dari penggunaan ensiklopedia sebagai bahan ajar, kenyataannya pada beberapa buku ensiklopedia yang digunakan sekarang masih ditemukan beberapa kekurangan sehingga perlu dilakukan perbaikan. Adapun kekurangan yang masih sering dijumpai yaitu, ensiklopedia yang digunakan sekarang masih mengacu pada materi yang lama sehingga ensiklopedia sekarang belum sesuai dengan karakter pelajaran IPA yang selalu mengalami perkembangan melalui penelitian ilmiah yang sifatnya adalah faktual, gambar yang dicantumkan pada materi diperoleh bukan hasil dari penelitian, dan belum ditemukannya bio info terbaru berdasarkan penelitian pada ensiklopedia sekarang.

Berdasarkan dari berbagai paparan masalah yang sudah diungkapkan diatas maka akan dilakukan penelitian dengan judul “STRUKTUR KOMUNITAS IKAN PADA PADANG LAMUN PANTAI PIDAKAN PACITAN SEBAGAI BAHAN PENYUSUN ENSIKLOPEDIA UNTUK SMA KELAS X ” untuk memecahkan permasalahan yang ada.

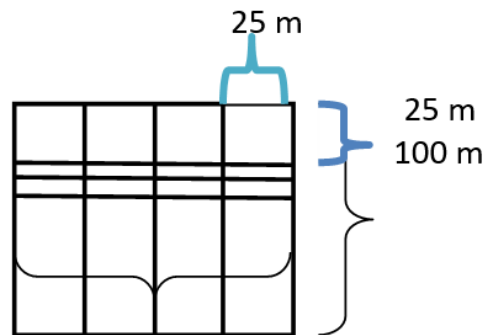
METODE

Metode pengambilan sampel ikan dan pengukuran parameter fisika kimia di Perairan Pantai Pidakan Pacitan ini menggunakan metode pengamatan langsung atau observasi. Data dari penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer meliputi keragaman jenis ikan yang ditemukan di lokasi penelitian dimana dilakukan pengamatan ciri morfologi yang terdiri dari ukuran, bentuk tubuh, bentuk sirip dan warna tubuh. Sedangkan data sekundernya meliputi parameter fisika – kimia dan wawancara dengan nelayan setempat. Adapun parameter fisika-kimia yang di amati di lokasi penelitian antara lain suhu udara, suhu air, kecepatan arus, kedalaman, salinitas, pH air dan DO.

Penelitian ini menggunakan teknik penentuan stasiun dengan cara purposive sampling. Teknik purposive sampling dilakukan dengan 3 stasiun pengamatan, yaitu stasiun 1 terletak di perairan dengan kerapatan lamun yang jarang, stasiun 2 terletak di perairan dengan kerapatan lamun sedang dan stasiun 3 terletak di perairan dengan kerapatan lamun padat. Penyamplingan pada penelitian ini menggunakan 4 buah garis transek yang tegak lurus dengan garis pantai sepanjang 100 m. Jarak antar garis transek sebesar 25 m. Untuk pengamatan terhadap ikan, dilakukan dengan cara penangkapan ikan secara langsung menggunakan jaring insang (*gill net*). Jaring yang digunakan memiliki spesifikasi panjang 2 m, lebar 1,5 m dan ukuran mata jaring 1,5 cm. Pengamatan dilakukan sebanyak dua kali dalam sehari (surut). Adapun desain penyamplingan dalam penelitian ini seperti pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Plot pengambilan data lamun



Gambar 2. Desain pengambilan data ikan dan lamun (Peletakan plot pengambilan data lamun diletakkan mengikuti keberadaan nelayan atau pencari ikan).

Adapun alat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah seperti yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Alat penelitian

No	Nama alat
1.	Roll meter
2.	Rafia
3.	Botol atau Plastik
4.	Kertas Label
5.	Termometer
6.	pH meter
7.	Kamera digital
8.	Alat tulis
9.	Stopwatch
10.	Jaring Insang (100 x 1,5 Inc)

Setelah didapatkan data berupa gambar dokumentasi ikan, tahap selanjutnya adalah menggunakan hasil dari penelitian untuk digunakan dalam penyusunan ensiklopedia. Setelah ensiklopedia tersusun, selanjutnya akan dilakukan analisis validasi Ensiklopedia. Validasi dilakukan oleh guru mata pelajaran Biologi SMA kelas X dan dosen ahli media pembelajaran UNIVERSITAS PGRI MADIUN. Adapun rumus validasi ensiklopedia yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{Presentase nilai} = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan rata-rata presentase dikonservasikan dengan kriteria kelayakan ke dalam tabel kriteria penilaian ensiklopedia :

Tabel 2. Kriteria Kelayakan Ensiklopedia

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01 % - 100,00 %	Sangat Valid, atau dapat digunakan tanpa revisi
70,01 % – 85,00 %	Cukup Valid, atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil
50,01 % - 70,00 %	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar
01,00 % - 50,00 %	Tidak valid, atau tidak boleh dipergunakan

Sumber : Akbar (2013)

Kriteria skor penilaian validasi ensiklopedia adalah sebagai berikut :

SB	: Sangat Baik	= 4
B	: Baik	= 3
K	: Kurang	= 2
SK	: Sangat Kurang	= 1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Ikan

Tabel 3. Hasil Pengamatan komunitas ikan secara langsung

No.	Famili	Spesies	Nama lokal
1.	Labridae	1. <i>Halichoeres chloropteros</i>	Cendoli atau keling hijau
		2. <i>Helichoeres argus</i>	Cendoli atau bayeman
		3. <i>Halichoeres nebulosus</i>	Cendoli atau pelo
2.	Acanthuridae	4. <i>Acanthurus triostegus</i>	Pijak
3.	Blenniidae	5. <i>Petroscirtes variabilis</i>	Cerek atau remang
4.	Cirrhitidae	6. <i>Cirrhitus pinnulatus</i>	Bunguh atau kakap batu
5.	Pempheridae	7. <i>Pempheris adusta</i>	Lopis atau sliding
6.	Pomacentridae	8. <i>Neoglyphidodon melas</i>	Kreweng atau betok laut
7.	Scorpaenidae	9. <i>Scorpaenopsis oxycephala</i>	Repuh atau lepu karang
8.	Serranidae	10. <i>Epinephelus hexagonatus</i>	Tekek atau kerapu
9.	Syngnathidae	11. <i>Syngnathoides biaculeatus</i>	Cucut atau tongkur buaya
10.	Terapontidae	12. <i>Terapon jarbua</i>	Sarung atau kerong-kerong
11.	Tetraodontidae	13. <i>Arothron hispidus</i>	Kembung

Berdasarkan hasil penelitian yang dapat dilihat pada tabel diatas dapat diketahui bahwa jenis ikan yang ditemukan di Pantai Pidakan Pacitan yaitu sebanyak 13 spesies dari 11 famili. Ke-13 spesies tersebut ditemukan dari 3 stasiun, dimana dari ke-3 stasiun yang telah dilakukan pengamatan didapatkan ikan sebanyak 339 spesies. Stasiun satu memperoleh ikan sejumlah 179 ikan, stasiun 2 sejumlah 101 ikan dan di stasiun 3 sejumlah 59 ikan. Berdasarkan pada data tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa tangkapan terbanyak berada pada stasiun 1 dan yang paling sedikit adalah di stasiun 3. Ikan yang paling banyak tertangkap adalah ikan dari famili Labridae yaitu

spesies *Halichoeres nebulosus* dan ikan yang paling sedikit tertangkap adalah ikan dari famili Tetraodontidae yaitu spesies *Arothron hispidus*.

Spesies ikan yang ditemukan di Pantai Pidakan Pacitan ini jika dibandingkan dengan beberapa perairan di Indonesia yang telah dilakukan penelitian tentang struktur komunitas ikan padang lamun, di Pantai Pidakan ini termasuk kedalam Pantai yang memiliki jumlah keanekaragaman ikan yang sedikit. Menurut data dari penelitian Waheda (2015) yang dilakukan di perairan Desa Teluk Bakau Kecamatan Gunung Kijang Kabupaten Bintan didapatkan data dari 3 stasiun yaitu lamun dengan kerapatan tinggi diperoleh ikan sejumlah 13 spesies dari 136 individu, kerapatan sedang diperoleh ikan sejumlah 13 spesies dari 82 individu dan pada lamun dengan kerapatan jarang 13 spesies dari 68 individu. Data selanjutnya yaitu penelitian pada padang lamun dengan vegetasi campuran menurut data penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2012) di perairan pantai Kendari Sulawesi Tenggara yang menunjukkan bahwa jumlah spesies ikan yang ditemukan di stasiun lamun yang bervegetasi (campuran dan tunggal) dan yang tidak bervegetasi, memiliki perbedaan yang signifikan, dimana pada padang lamun yang bervegetasi campuran ditemukan sebanyak 25 jenis ikan, pada padang lamun vegetasi tunggal 22 jenis ikan, sedangkan pada padang lamun yang tidak bervegetasi hanya ditemukan 10-12 jenis. Perbedaan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kerapatan lamun, fisiko-kimia lingkungan dan juga jenis vegetasi dari suatu tempat.

Kerapatan Lamun

Padang lamun yang ada di Pantai Pidakan Pacitan merupakan padang lamun yang bervegetasi tunggal, dimana hanya ditumbuhi satu jenis lamun saja. Lamun yang tumbuh di pantai tersebut adalah lamun dari jenis *Thalassia heprichii*. Menurut Dewi dan Ari (2015) Pantai Pidakan Pacitan merupakan Pantai yang memiliki arus yang kuat dan substrat berupa bebatuan atau karang mati. Lamun jenis *Thalassia heprichii* merupakan lamun yang memiliki sistem perakaran yang kuat sehingga lamun jenis ini mampu tumbuh dengan baik di pantai ini.

Berdasarkan hasil dari perhitungan tegakan lamun di Pantai Pidakan Pacitan didapatkan hasil yaitu pada stasiun 1 berjumlah 556 individu, stasiun 2 sejumlah 357 individu dan stasiun 3 sejumlah 221 individu. Menurut Amran dan Ambo Rappe (2009), ada beberapa kriteria atau skala tingkat kerapatan lamun. Skala tersebut seperti data pada tabel berikut.

Tabel 4. Skala tingkat kerapatan lamun

Skala	Kerapatan (ind/m ²)	Kondisi
5	≥ 625	Sangat rapat
4	425 – 624	Rapat
3	225 – 424	Agak rapat
2	25 – 224	Jarang
1	< 25	Sangat jarang

Berdasarkan pada tabel diatas maka dapat diketahui bahwa pada hasil perhitungan jumlah tegakan lamun di stasiun 1 yang berjumlah 556 individu termasuk kedalam kategori rapat, stasiun 2 dengan jumlah tegakan 357 individu termasuk kedalam kategori agak rapat dan di stasiun 3 dengan jumlah tegakan sebesar 221 individu termasuk kedalam kondisi lamun yang jarang. Menurut Nainggolan (2011) perbedaan jenis dan jumlah tegakan lamun disuatu habitat disebabkan oleh lamanya perendaman dan faktor lingkungan yang ada. Hal itu sesuai dengan kondisi yang ada di Pantai Pidakan dimana substrat yang ada disana memang berbatu atau karang mati sehingga kondisinya tidak rata dan dapat mempengaruhi lama perendaman.

Faktor Fisika-Kimia

Tabel 5. Parameter lingkungan Pantai Pidakan Pacitan

No.	Parameter lingkungan	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Rata-rata
1.	Suhu air (°C)	20	21	21	20,67
2.	Suhu udara (°C)	22	22	24	22,67
3.	pH	8,6	8,6	8,7	8,63
4.	Kecepatan arus (m/s)	0,29	0,29	0,31	0,296
5.	Oksigen terlarut (DO) (Ppm)	5,25	5,25	4,70	5,06
6.	Salinitas (Ppt)	32	31,5	31,5	31.67

Hasil dari pengukuran parameter lingkungan yaitu suhu air, suhu udara, kecepatan arus, salinitas dan oksigen terlarut yang telah dilakukan diketahui bahwa dari kelima parameter lingkungan tersebut terdapat perbedaan hasil. Untuk suhu air pada stasiun 1 sebesar 20 °C dan stasiun 2 serta 3 memiliki besaran suhu yang sama yaitu sebesar 21 °C dan sehingga suhu rata-ratanya sebesar 20,67 °C. Untuk suhu udaranya pada stasiun 1 dan stasiun 2 memiliki besaran suhu yang sama yaitu sebesar 22°C sehingga diperoleh suhu rata-rata sebesar 22,67 °C. Berdasarkan pada hasil tersebut dapat dikatakan bahwa suhu di Pantai Pidakan tersebut tergolong kurang baik untuk habitat ikan. Menurut Anwar et all (1984) dalam Nasir et all (2017) menyebutkan bahwa suhu perairan yang baik bagi kehidupan ikan adalah berkisar antara 25 °C – 32 °C. Suhu merupakan faktor yang sangat penting bagi kelangsungan hidup spesies ikan dan makhluk hidup laut lainnya, dimana menurut Kordi dan Tancung dalam Latunconsina (2011) menyebutkan bahwa suhu dapat mempengaruhi aktivitas metabolisme ikan yang sangat berkaitan erat dengan kadar oksigen terlarut dan jumlah konsumsi oksigen dari ikan. Sementara itu menurut Suyasa et all dalam Latuconsina (2011) mengatakan bahwa ikan merupakan hewan berdarah dingin sehingga suhu sangat mempengaruhi aktivitas hidupnya karena temperatur tubuhnya tidak dapat diatur secara internal melainkan harus melalui proses adaptasi.

Untuk nilai pH pada stasiun 1 dan 2 memiliki kesamaan hasil yaitu sebesar 8,6 dan pada stasiun 3 sebesar 8,7. Untuk rata- rata dari ketiga stasiun sebesar 8,67. Menurut Kepmen Lh No 200 tahun 2004 menyatakan bahwa kisaran pH yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangan bagi biota laut maupun lamun berada pada kisaran pH 7-8,5. Berdasarkan pada pernyataan tersebut maka dapat diketahui bahwa perairan Pantai Pidakan Pacitan tergolong basa sehingga dapat mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena dapat mempengaruhi kehidupan jasad renik yang hidup didalamnya. Meskipun demikian, kondisi tersebut masih dalam kondisi pH yang wajar dimana masih memungkinkan untuk ikan maupun lamun dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang diungkapkan oleh Kordi dan Tanjung dalam Latuconsina (2011) dimana nilai pH optimal perairan bagi pertumbuhan dan perkembangan ikan adalah berkisar antara 6,5 – 9,0.

Kecepatan arus pada ketiga stasiun rata-rata sebesar 0,296 m/s. Nilai tersebut tergolong sangat cepat dimana akan berpengaruh pada jenis lamun yang tumbuh dan komunitas ikan yang hidup di dalamnya. Kondisi tersebut sesuai dengan pernyataan dari Dewi (2015) yang mengungkapkan bahwa Pantai Pidakan Pacitan merupakan Pantai yang memiliki arus kencang sehingga mempengaruhi jenis lamun yang tumbuh pada konsisi tersebut.

Untuk nilai salinitas rata- rata yang diamati selama penelitian sebesar 31,67 Ppt. Pada stasiun 1 nilai salinitanya sebesar 32 Ppt, stasiun 2 dan 3 sebesar 31,5 Ppt. Berdasarkan pada hasil tersebut dapat dikatakan bahwa salinitas Pantai Pidakan Pacitan tergolong masih baik. Hasl ini sesuai dengan pernyataan dari Nybakken (1992) yang menyatakan bahwa kisaran salinitas air laut yang baik adalah berkisar antara 30-35 Ppt.

Sementara itu untuk nilai dari oksigen terlarut diperoleh hasil dari ke tiga stasiun rata- rata sebesar 5,06 Ppm. Pada stasiun 1 dan 2 kadar oksigen terlarutnya yaitu

sebesar 5,25 Ppm dan pada stasiun 3 sebesar 4,7 Ppm. Berdasarkan pada hasil tersebut dapat diketahui bahwa DO rata – rata Pantai Pidakan Pacitan tergolong cukup baik. Pernyataan tersebut sesuai dengan pernyataan dari Kepmen Lh No 200 tahun 2004 yang mengungkapkan bahwa baku mutu oksigen terlarut bagi kehidupan biota laut yang baik yaitu lebih dari angka 5 Ppm.

Berdasarkan pada analisa diatas dapat dikatakan bahwa lamun memiliki hubungan yang erat dengan kelimpahan ikan di dalamnya. Dimana semakin rapat dan semakin bervariasi jenis lamun maka suatu perairan akan memiliki kelimpahan ikan yang beragam. Hal ini sesuai dengan jenis ikan yang ditemukan, dimana pada kondisi lamun yang memiliki kerapatan tinggi dijumpai pula komunitas ikan yang banyak. Sedangkan pada padang lamun yang memiliki kerapatan rendah jumlah ikan yang mendiami padang lamunnya juga semakin sedikit.

Validasi Ensiklopedia Struktur Komunitas Ikan Pada Padang Lamun

Hasil data berupa dokumentasi ikan dan lamun dari penelitian tentang Struktur Komunitas Ikan Pada Padang Lamun Pantai Pidakan Pacitan ini digunakan sebagai bahan penyusun ensiklopedia untuk kelas X SMA. Disusunnya ensiklopedia ini bertujuan agar siswa terangsang rasa ingin tahunya melalui media belajar berupa ensiklopedia. Selain itu, ensiklopedia ini disusun berdasarkan hasil penelitian sehingga dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata dan lebih menarik serta tidak membosankan.

Data penelitian disajikan dalam bentuk deskripsi ciri morfologi dari jenis ikan yang ditemukan di padang lamun Pantai Pidakan Pacitan yang dilengkapi dengan gambar yang original. Ensiklopedia ini juga menjelaskan tentang lamun secara umum yang meliputi karakteristik lamun secara morfologi, habitat lamun, manfaat lamun, jumlah jenis lamun di dunia dan di Indonesia, jenis lamun di Pantai Pidakan, ciri-cirinya dan ekologi lamun terhadap keberadaan ikan yang ada didalamnya. Penjelasan tentang lamun secara umum pada ensiklopedia dapat bermanfaat bagi siswa agar lebih mudah untuk mengenal lamun terlebih dahulu sehingga siswa akan lebih mudah dalam menentukan fungsi lamun terhadap komunitas ikan yang mendiami padang lamun. Selain itu, dalam ensiklopedia ini juga berisi lembar kerja siswa yang mendukung siswa untuk mengembangkan kemampuan dalam memahami materi tentang lamun dan hubungannya dengan keberadaan komunitas ikan yang tinggal di dalamnya.

Berdasarkan hasil validasi terhadap buku ensiklopedia yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa pada validator 1 diperoleh nilai sebesar 104 atau 86,67 %, validator 2 didapatkan nilai 119 atau 99,16 % dan rata-rata nilai dari kedua validator sebesar 111,5 atau 92,92%. Hasil yang didapatkan tersebut mengartikan bahwa buku ensiklopedia yang telah di validasi layak digunakan tanpa ada revisi. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Akbar (2013) dimana prosentase nilai validasi dengan angka 85% - 100 % memiliki arti sangat valid dan layak digunakan tanpa ada revisi. Meskipun dinyatakan layak tanpa ada revisi, menurut validator 1 yaitu dosen ahli media mengomentari bahwa menurutnya ensiklopedia ini masih belum sesuai dengan standart ensiklopedia (ukuran, layout Dll) yang seharusnya sehingga

perlu di sesuaikan dengan karakteristik ensiklopedia yang ada. Untuk gambar yang ada pada ensiklopedia tersebut menurut beliau gambar yang ada cukup bagus dan bersifat original.

Agar ensiklopedia ini dapat di gunakan dosen ahli media memberikan saran untuk memberikan penambahan cover dalam, penulis dan penerbit serta CV pengarang. Selain itu beliau juga menyarankan agar memperbanyak materi dan daftar pustaka. Sedangkan menurut validator 2 yaitu guru biologi, mengungkapkan bahwa ensiklopedia ini sangat baik digunakan untuk menunjang materi tentang animalia pada kelas X SMA, khususnya tentang pisces dan ekosistem. Meskipun dikatakan baik, beliau menyarankan agar tidak hanya ikan yang ada di padang lamun saja supaya siswa memiliki pengetahuan yang luas tentang ikan dan interaksinya dengan lingkungan. Pernyataan yang diungkapkan oleh validator 2 sesuai dengan penelitian yang diungkapkan oleh Pratiwi (2014) dimana penggunaan bahan ajar ensiklopedia mampu menumbuhkan minat belajar siswa yang ditandai dengan meningkatnya nilai siswa pada saat dilakukan pos test dan pretes.

Tabel 6. Hasil perhitungan validasi ensiklopedia

No.	Indikator / aspek yang divalidasi	Validator		Skor	Rata-rata
		1	2		
1	Materi relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa	4	4	8	4
2	Contoh-contoh penjelasan relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai	4	4	8	4
3	Kedalaman uraian materi sesuai dengan tingkat perkembangan siswa	4	4	8	4
4	Kelengkapan uraian materi sesuai dengan tingkat perkembangan siswa	3	4	7	3,5
5	Jabaran materi cukup memenuhi tuntutan kurikulum	3	4	7	3,5
6	Materi yang harus disajikan sesuai dengan kebenaran keilmuan	3	4	7	3,5
7	Materi yang disajikan sesuai perkembangan mutakhir	3	4	7	3,5
8	Materi yang disajikan sesuai dengan kehidupan sehari-hari	3	4	7	3,5
9	Pengemasan materi sesuai dengan pendekatan keilmuan yang bersangkutan	4	3	7	3,5
10	Menyajikan manfaat dan pentingnya penguasaan kompetensi bagi kehidupan siswa	3	4	7	3
11	Ensiklopedia fleksibel untuk diterapkan dengan berbagai metode dan strategi belajar	3	4	7	3,5
12	Struktur kalimat sesuai dengan pemahaman siswa	4	4	8	4
13	Mendorong rasa keingintahuan siswa	4	4	8	4
14	Isi ensiklopedia lengkap sesuai prosedur	2	4	6	3

Prosiding Seminar Nasional VI Hayati 2018

No.	Indikator / aspek yang divalidasi	Validator		Skor	Rata-
15	Mendorong siswa membangun pengetahuannya sendiri	3	4	7	3,5
16	Mendukung cara berpikir logis siswa	4	4	8	4
17	Ketepatan penggunaan ejaan Bahasa Indonesia PUEBI	4	4	8	4
18	Ketepatan penggunaan istilah	4	4	8	4
19	Ketepatan penyusunan kalimat	4	4	8	4
20	Menggunakan istilah-istilah baku	4	4	8	4
21	Ensiklopedia dapat membuat belajar biologi tidak membosankan	3	4	7	3,5
22	Tampilan Ensiklopedia menarik siswa	4	4	8	4
23	Jumlah Gambar yang fungsional cukup	4	4	8	4
24	Gambar mendukung pemaparan materi pembelajaran	4	4	8	4
25	Tampilan warna huruf, dan jenis huruf jelas dan menarik	4	4	8	4
27.	Kesesuaian ukuran Ensiklopedia dengan standar media pembelajaran	3	4	7	3,5
28	Kesesuaian ukuran Ensiklopedia dengan materi dan isi	3	4	7	3,5
29	Komposisi ukuran , tata letak tulisan, gambar dll sesuai	3	4	7	3,5
30	Warna unsur pada ensiklopedia sesuai	3	4	7	3,5
	Jumlah	104	119	223	115,5

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Komunitas ikan di Pantai Pidakan Pacitan yang telah ditemukan berjumlah 11 famili dan 13 spesies yaitu famili Labridae (*Halichoeres chloropterus*, *Halichoeres argus*, *Halichoeres nebulosus*), Acanthuridae (*Acanthurus triostegus*), Blenniidae (*Petroscirtes variabilis*), Cirhittidae (*Cirhittus pinnulatus*), Pempheridae (*Pempheris adusta*), Pomacentridae (*Neoglypidodon melas*), Scorpaenidae (*Scorpaenopsis oxycephala*), Serranidae (*Epinephelus hexagonatus*), Syngnathidae (*Syngnathoides biaculeatus*), Terapontidae (*Terapon jarbua*) dan Tetraodontidae (*Arothron hispidus*).
2. Lamun yang memiliki kerapatan tinggi memiliki struktur komunitas ikan yang lebih beragam dan melimpah, sedangkan lamun yang memiliki kerapatan rendah komunitas ikan yang ada di dalamnya juga semakin sedikit.
3. Kondisi pengukuran parameter perairan Pantai Pidakan yaitu untuk suhu diperoleh hasil rata-rata sebesar 22,67 % yang artinya dalam kondisi kurang baik untuk pertumbuhan lamun dan ikan, untuk nilai pH rata-rata sebesar 8,67 sehingga masih tergolong dalam kategori baik, untuk kecepatan arusnya tergolong sangat cepat, nilai rata-rata salinitas perairannya didapatkan hasil yaitu 31,67 Ppt yang artinya masih tergolong baik dan untuk nilai rata-rata oksigen terlarut (DO) sebesar 5,06 Ppm yang artinya cukup baik.
4. Produk akhir dari penelitian ini adalah buku ensiklopedia. Setelah dilakukan validasi oleh dosen ahli media dan guru biologi diketahui bahwa ensiklopedia ini secara hasil angka validasi yaitu sebesar 99,25 % maka dapat dikatakan layak digunakan tanpa ada revisi namun menurut dosen ahli media tetap perlu dilakukan perbaikan sesuai dengan standart ensiklopedia yang ada.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan Kepada David Briyan Satria yang telah banyak membantu selama proses penelitian dilapangan serta Bapak Ibu dosen yang telah membimbing dalam penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- Akbar, S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya
- Aprianto, H.S. 2014. *Struktur Komunitas Ikan di Ekosistem Padang Lamun Desa Berakit Kabupaten Bintan*. Skripsi. Tanjungpinang : Universitas Maritim Raja Ali Haji
- Blaber, S.J.M., Chodriyah, U., Dharmadi, Faizah, R., Last, P.R., Pogonoski, J.J., Puckridge, M., White, T.W, at all. 2013. *Market Fish Of Indonesia (Jenis-jenis Ikan di Indonesia)*. Canberra. ACIAR Monograph No.155 (<http://researchgate.net> diunduh pada 25 juli 2018)
- Devy R. 2015. *Pengembangan Ensiklopedia Brainware Of Chemistry Tokoh Kimia Di Buku Kelas X Sma/Ma Sebagai Sumber Pengetahuan Dan Pendidikan Karakter Bagi Siswa*, (Skripsi). Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta

- Dewi, N.K. & Prabowo, S.A. 2015. Status Padang Lamun Pantai-Pantai Wisata di Pacitan. *Jurnal Ilmiah Biologi*. Vol.3, Hal. 53-59
- Dewi, N.K. & Prabowo, S.A. 2015. Karakteristik Lamun (seagrass) di Zona Intertidal Perairan Pacitan Jawa Timur. *Jurnal Prosiding Seminal Naional Hasil Penelitian*. Hal 60-66
- Ghufron, M.H., dan Kordi K.M. 2011. *Ekosistem Lamun (seagrass)*. Jakarta: Rineka Cipta
- Karnan, Japa, L., dan Raksun, A. 2016. Struktur Komunitas Sumberdaya Ikan Padang Lamun di teluk Ekas Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*. Vol.16, Hal. 80-89
- Latuconsina, Husain. 2011. Komposisi Jenis dan Struktur Komunitas Ikan Padang Lamun di Perairan Pantai Lateri Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. Vol.4,hal. 31-36
- Maulami, Galih A.F.2016. Rancangan Bangun Aplikasi Ensiklopedia Digital Tentang Tata Surya Berbasis Mobile Menggunakan J2ME. *Jurnal PETIK*. Vol.2 (2), Hal. 11—16
- Merianti. 2014. *Klasifikasi Komunitas dan Afinitas Spesies Lamun di Kawasan Konservasi Laut Daerah Desa Berakit Kabupaten Bintan*. Skripsi. Tanjungpinang: Universitas Maritim Raja Ali Haji
- Nainggolan, P. 2011. *Distribusi Spasial dan Pengelolaan Lamun (Seagrass) di Teluk Bakau, kepulauan Riau*. Skripsi. IPB. Bogor
- Pratiwi R D. 2014. *Pengembangan Ensiklopedia Bangun Datar Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas V MI Irsyadut Tholibin Tugu Tulungagung*, (skripsi). Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Rahmawati, S., Fahmi & Yusup, D.S. 2012. Komunitas Padang Lamun dan Ikan Pantai di Perairan Kendari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu kelautan*. Vol.17, Hal.190-198
- Rappe, R.A. 2010. Struktur Komunitas Ikan Pada Padang Lamun yang Berbeda di Pulau Barrang Lompo. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Volume 2(2) : 62-73
- Rostika. 2014. *Struktur Komunitas Ikan Padang Lamun di Perairan Teluk Baku Pulau Bintan Kepulauan Riau*. Skripsi. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjungpinang
- Rahman S. 2017. *Struktur Komunitas Padang Lamun di Perairan Sekatap Kelurahan Dompok Kota Tanjungpinang*. Skripsi. Tanjungpinang : Universitas Maritim Raja Ali Haji
- Subrata G. 2009. *Kajian Ilmu Perpustakaan: Literatur Primer, Sekunder Dan Tersier*. Jurnal Pustakawan. Malang: Universitas Negeri Malang. (<http://Digilib.Um.Ac.Id> (diunduh Pada 20 april 2018 Pukul 18.21
- Tjandra, E. 2016. *Mengenal Padang Lamun*. Bogor: Pakar Media
- Untoro, T.W., Asmara, R., dan Setiawardhana. 2011. Aplikasi Ensiklopedia Tentang AlamSemesta (Astronomi) Berbasis Multimedia Untuk Anak-anak. *Jurnal Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. (<http://Repo.Pens.Ac.Id> (diunduh Pada 20 April 2018 Pukul 17.25
- Wahyudi, R. 2016. *Pengembangan Buku Ensiklopedia Anak Tentang Alat Musik Tradisional Pulau Jawa*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma
- Waheda, S. 2015. *Struktur Komunitas Ikan di Ekosistem Padang Lamun di Desa Teluk Bakau Kecamatan Gunung Kijang Kabupaten Bintan*. Skripsi. Tanjungpinang: Universitas Maritim Raja Ali Haj

Efektifitas Kapur Gamping untuk Mengendalikan Kutu Sisik (*Aonidiella aurantii*) pada Tanaman Apel

Wicaksono, RC dan Endarto, O.

Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika

Email: rudicahyo@gmail.com

Abstract

Apple has high economic value and contains high vitamins. One of the causes of the decline in apple production is plant disturbing organisms. Red scales (*Aonidiella aurantii*) is one of the most important pests in apple. The losses caused by the scales are causing disruption of production and growth processes, even leading to plant death. The effectiveness of limestone in controlling red scales (*Aonidiella aurantii*) on apple trees was carried out in the experimental garden of the Indonesian Citrus and Subtropical Fruit Research Institute Jl. Raya Tlekung No.1, Junrejo-Batu City, from March to June 2017. The treatments tested are the limestone concentration of A. 10%, B. 20%, C. 30%, D. 40%, E. 50 %, F. Control. The treatments were arranged using a Randomized Block Design and repeated three times. The test results showed that limestone of E. 50% concentration applied by spraying on the stems of apple trees effectively suppressed the development of red scales population with an average population of 3/10 cm.

Key Words:

apple,
limestone,
red scales

PENDAHULUAN

Salah satu komoditas hortikultura yang masih menjanjikan untuk dibudidayakan adalah tanaman Apel, karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan banyak mengandung gula total yang cukup tinggi sekitar 14,19 g/100 ml (Wosiacki et al 2007). Jawa Timur merupakan salah satu sentra produksi tanaman apel, Kota Batu, Pujon, Poncokusumo, dan Nongkojajar masih banyak mengembangkan tanaman Apel ini (Sunarjono, 2013). Tahun 2015 mengalami penurunan hingga 1.115.081 pohon produktif. Produksi buah per pohon 15.05 kg, sehingga jumlah pertahun mencapai 16.781 ton. Penurunan produksi buah Apel disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah serangan OPT

Kutu Sisik (*Aunidiella Aurantii*.) merupakan salah satu hama penting pada tanaman apel. Kerugian yang diakibatkan oleh hama Kutu Sisik ini adalah menurunkan kualitas buah serta menyebabkan terganggunya proses fotosintesa daun bahkan berakibat kematian jika terjadi serangan pada batang tanaman, sehingga secara tidak langsung akan berakibat pula

Diterima:

16 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

30 Desember 2018

terhadap penurunan kuantitas produksi (Kalshoven, 1981). Watson (2001) Imago Kutu Sisik betina kawin dengan imago jantan perbandingan jenis kelamin antara jantan dan betina 1:1 bahkan jumlah jantan bisa lebih banyak dari pada betinanya. Seekor Kutu Sisik betina dewasa mampu menghasilkan 150 ekor stadia *crawler* (Benassy 1986). Kutu Sisik saat fase *crawler* lebih dominan menyerang pada batang tanaman dengan cara menempelkan diri pada celah yang ada dibagian tanaman sebagai perlindungan diri dan berkembang hingga dewasa, (Pracaya 2007)

Untuk mengendalikan hama Kutu Sisik ini petani biasanya menggantungkan pada pestisida yang tersedia dipasar. Namun bila keragaman penggunaan pestisida tidak dikelola dengan bijaksana maka akan timbul resistensi hama tersebut terhadap pestisida yang ada. Untuk mencegah timbulnya masalah resistensi inilah yang penting harus dicegah, karena akan berdampak buruk terhadap strategi pengelolaan hama (Untung, 2001). Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui efektifitas Kapur Gamping dalam mengendalikan hama Kusi Sisik (*Aunidiella Aurantii.*) pada tanaman Apel.

METODE

Pengujian Kapur Gamping dilaksanakan di Kebun Percobaan Tlekung milik Balitjestro di Kota Batu dengan ketinggian \pm 950 m diatas permukaan laut. Tanaman apel yang digunakan yaitu jenis Manalagi umur 8 tahun

Pengujian dilaksanakan dalam bentuk percobaan lapang selama 4 bulan mulai bulan Maret sampai dengan Juni 2017. Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah Kapur Gamping kandungan utamanya Kalsium Karbonat, CaCO_3 (Mailinda Ayu, dkk. 2015).

Penelitian disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan seperti tercantum pada Tabel 1. Satuan petak yang digunakan dalam percobaan ini adalah satu pohon yang berada pada stadia peka terhadap serangan hama Kutu Sisik (*Aunidiella Aurantii.*) dengan jarak antar petak satu pohon.

Selama percobaan, pemeliharaan tanaman dilakukan secara intensif dan baik, meliputi pemberian pupuk sesuai dengan anjuran setempat yaitu dengan pupuk NPK dosis 1 kg/phn dan pupuk kandang 10 kg/phn. Aplikasi penyemprotan Kapur Gamping dilakukan pada seluruh bagian tanaman terutama pada batang yang terserang hama Kutu Sisik, kemudian penyemprotan berikutnya dilakukan satu bulan berikutnya atau jika Kapur Gamping pada batang tanaman sudah terlihat tipis.

Aplikasi perlakuan Kapur Gamping yang diuji didasarkan pada perubahan tingkat populasi, yaitu apabila pada awal percobaan penyebaran tingkat populasi pada semua petak merata maupun tidak merata diatas ambang kendali 7 ekor. Penyemprotan pada tanaman dilakukan secara merata dengan volume tinggi menggunakan larutan Kapur Gamping. Alat semprot yang digunakan yaitu power sprayer.

Tabel 1 Perlakuan konsentrasi Kapur Gamping terhadap Kutu Sisik (*Aunidiella aurantii.*) pada tanaman Apel

No	Perlakuan	Konsentrasi
1	Kapur Gamping	10 %

No	Perlakuan	Konsentrasi
2	Kapur Gamping	20 %
3	Kapur Gamping	30 %
4	Kapur Gamping	40 %
5	Kapur Gamping	50 %
6	Kontrol	-

Keterangan : Sampel Kapur Gamping diperoleh dari Toko penjual Gamping setempat

Pengumpulan data hama Kutu Sisik dengan mengambil pengamatan contoh pada batang, setiap pohon diambil 4 cabang yang diambil dari empat arah mata angin. Pengamatan dilakukan dengan menghitung langsung jumlah atau populasi hama Kutu Sisik pada cabang yang sudah ditandai setiap 10 cm. Pengamatan dilakukan sehari sebelum dan sesudah aplikasi

Analisa data populasi hama sasaran dan kerusakan tanaman oleh Kapur Gamping yang diuji dilakukan sesuai dengan rancangan percobaan yang digunakan. Untuk mengetahui pengaruh atau beda antar perlakuan diuji menggunakan uji Jarak Berganda Duncan dengan selang kepercayaan 5%. Sebagai data penunjang, diamati juga kerusakan batang tanaman Apel oleh perlakuan Kapur Gamping yang diujikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh diketahui bahwa pengaruh Kapur Gamping yang diaplikasikan pada tanaman apel secara umum dapat menekan populasi atau serangan Kutu Sisik *Aunidiella aurantii* pada tanaman apel (Tabel 2). Kapur gamping dapat menyebabkan serangga kurang aktif, turunnya daya makan dan bahkan mati (Hendarsih dan Kurniawati, 2002). Hal tersebut terlihat dari penurunan populasi yang terjadi secara berangsur-angsur mulai pengamatan kedua hingga pengamatan terakhir ke lima. Batu kapur merupakan batuan sedimen karbonat berwarna putih, memiliki manfaat cukup beragam, diantaranya sebagai obat pembasmi hama (Samodra 2001).

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi Kapur Gamping. terhadap rata-rata populasi Kutu Sisik *Aunidiella aurantii* pada tanaman Apel.

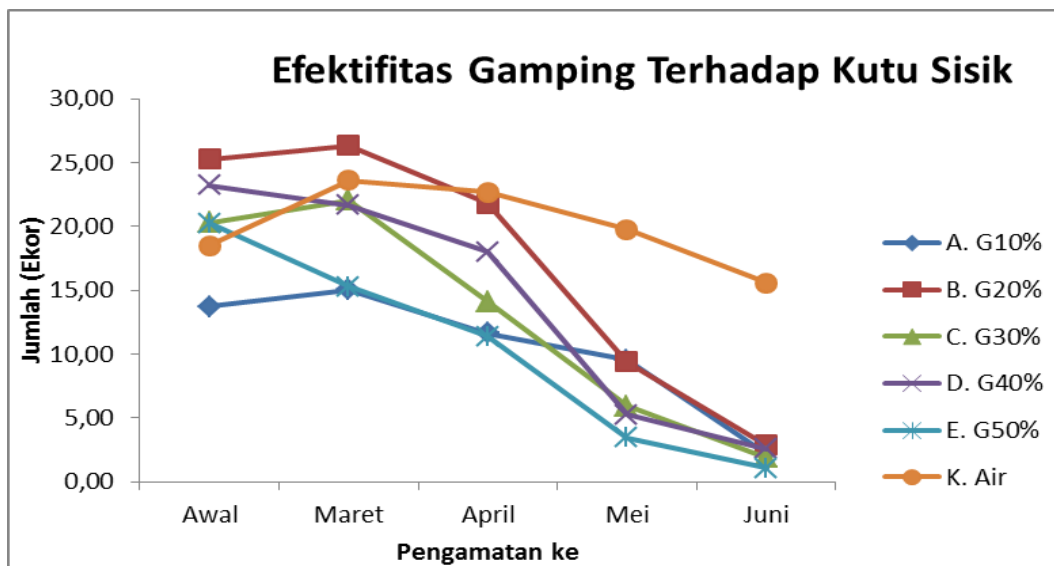
Perlakuan Konsentrasi	Rata-rata populasi Kutu Sisik setelah aplikasi ke				
	Awal	Maret	April	Mei	Juni
Kapur Gamping 10%	37.26 a	16.18 a	24.89 b	19.89 b	9.29 b
Kapur Gamping 20%	30.14 ab	10.30 bc	17.65 c	10.13 bc	6.28 bc
Kapur Gamping 30%	41.61 a	14.93 ab	15.60 c	11.61 c	4.35 cd
Kapur Gamping 40%	25.76 b	8.61 c	10.80 c	4.04 de	1.94 d
Kapur Gamping 50%	29.10 ab	8.21 c	10.69 c	3.29 e	1.71 d
Kontrol Air	36.94 a	39.53 a	68.56 a	58.79 a	58.03 a

Keterangan : Angka yang didampingi oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan 5%

Pada pengamatan awal (sebelum aplikasi) rerata popuasi Kutu Sisik sebesar 14 sampai 25 ekor/cabang, tidak berbeda nyata antar perlakuan dan kontrol. Populasi tersebut mengalami sedikit peningkatan setelah dilakukan aplikasi pertama, Koteja (1984) perkembangan kutu sisik dipengaruhi oleh kondisi tanaman inang lingkungan, daun dan batang, namun setelah aplikasi kedua berangsur-angsur menurun. Penurunan populasi terlihat setelah aplikasi ketiga dengan populasi menjadi 3 – 9 ekor per sampel dibatang yang berbeda nyata dengan kontrol dengan populasi 16 ekor/sampel. Populasi tersebut terus mengalami penurunan hingga aplikasi terakhir, dimana pada saat tersebut populasi pada perlakuan berkisar antara 1 – 3 ekor per sampel dan 16 ekor per sampel pada kontrol (Gambar 1).

Berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh membuktikan bahwa Kapur Gamping yang diuji efektif dapat menekan populasi Kutu Sisik *Aunidiella aurantii* dilapang. Secara umum tidak terjadi perbedaan yang nyata antar perlakuan, karena efektivitas Kapur Gamping tersebut terlihat hampir pada semua tingkatan konsentrasi yang dicobakan.

Berdasarkan pola penurunan populasi Kutu Sisik, pengendalian dengan Kapur Gamping dapat di lakukan hingga tiga kali secara berturut-turut, kemudian pengendalian berikutnya, setelah dilakukan monitoring dan populasi sudah pada ambang kendali. Hal ini perlu dilakukan guna menekan terjadinya kasus resistensi hama Kutu Sisik terhadap bahan Kapur gamping. Perlakuan penyemprotan Kapur Gamping pada batang tanaman Apel tidak ditemukan gejala kerusakan terhadap tanaman yang diperlakukan.



Gambar 1. Populasi Kutu Sisik (*Aunidiella aurantii*) pada perlakuan Kapur Gamping pada tanaman apel

SIMPULAN

Kapur Gamping efektif untuk mengendalikan hama Kutu Sisik pada tanaman Apel. Penyemprotan dengan konsentrasi 50% sangat efektif dalam mengendalikan populasi Kutu Sisik pada tanaman Apel. Penggunaan Kapur Gamping disarankan mulai dari konsentrasi 40% karena setelah dilakukan aplikasi 3 kali secara nyata dapat menurunkan populasi hama Kutu Sisik, untuk aplikasi berikutnya sebaiknya berdasarkan pemantauan hama Kutu Sisik dilapang. Perlakuan kontrol yang disemprot dengan air saja sebagai pembanding tidak efektif dalam mengendalikan hama Kutu Sisik pada tanaman Apel. Kapur Gamping pada berbagai konsentrasi tidak menimbulkan kerusakan pada batang tanaman Apel.

DAFTAR RUJUKAN

- Benassy, C. 1986. Citrus Scele Insects. Pag : 27-39 Inr. Cavallaro Y.E. Di Martio, Edit Integrated Pest Control In Citrus-Grove, A. A Balkema, Rotterdam, Boston.
- Hendarsih, S dan Kurniawati, Nia., 2002. Prospek Moluskisida Nabati dalam Pengendalian Siput Murbai. Berita Puslitbangtan 24:11- 12.
- Koteja, J. 1984. The Scale Insects (Homoptera, Diaspididae) are unusual, in; Z. Kaszad (Editor). *Hungarian Academy of Sciences*. hal 233-265.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pest of Crops in Indonesia. Revised and Translated by Van der Laan. PT. Ictiar Baru van Hoeve. Jakarta.
- Mailinda. 2015. Sintesa Hydroxyapatite (Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂) Berbasis Batu Kapur. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. 5 (1).
- Pracaya. 2007. Hama dan Penyakit Tanaman. Jakarta : Penebar Swadaya
- Samodra, H. 2001. Nilai Strategis Kawasan Karst di Indonesia, Pengelolaan, dan Perlindungannya. Bandung. (ID): Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral.
- Sunarjono, H. 2013. Berkebun 26 Jenis Tanaman Buah. Jakarta. Penebar Swadaya. hlm. 156-160.
- Untung K. 2001. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. 273 hal
- Wosiacki,G, A. Nogueira, F. Denardi, and R.G Viera. (2007) Sugar Composition of Depectinized Apple Juice. *ProsedingSemina Ciencias Agrarias Londrina*, 28(4):645-652
- Watson, G.W. 2001. Diaspididae/Lepidosaphes beckii N. Antropods of Economic Importance. Natural History Museum. London Available (online): <http://www.aie.usm.edu>. Diakses tanggal 29 Desember 2009.

Respon Anggota PKK Desa Kemiri Jabung Terhadap Inovasi Susu Pasteurisasi

Dian Indratmi, Lili Zalizar, Khusnul Kotimah, Lipi Ayu Nur Khumairoh,
Anggundari Septiana

Universitas Muhammadiyah Malang
Email: indratmi_dian@yahoo.co.id

Abstrak

Penduduk Desa Kemiri Kecamatan Jabung Malang umumnya merupakan peternak sapi perah dan petani. Salah satu upaya meningkatkan nilai jual susu yang diproduksi peternak sapi yaitu dengan mengolahnya menjadi susu pasteurisasi, melalui program KKN PPM. Mahasiswa KKN-PPM melatih dan mendampingi anggota PKK membuat olahan susu dengan berbagai inovasi, diantaranya adalah susu pasteurisasi dengan berbagai variasi rasa dan warna dari bahan alami. Respon responden melalui uji organoleptik menunjukkan rata-rata susu pasteurisasi yang dibuat oleh anggota PKK desa Kemiri memiliki rasa enak, aroma sedap, kenampakan menarik, serta disukai atau dapat diterima; sehingga pewarna alami disarankan digunakan sebagai alternatif pewarna minuman susu, karena aman dikonsumsi dan memiliki zat gizi tambahan.

Kata Kunci

susu pasteurisasi,
pewarna alami,
Desa Kemiri,
Jabung Malang

PENDAHULUAN

Kemiri adalah desa yang terletak di kecamatan Jabung Kabupaten Malang. Desa Kemiri terkenal dengan peternakan sapi perah. Masyarakat desa Kemiri sebagian besar pekerjaannya sebagai penjual hasil susu dari sapi perah. Desa Kemiri memiliki kondisi topografi daerah yang cocok untuk iklim peternakan sapi perah dan merupakan sentra peternakan sapi perah. (Prayitno & Khotimah, 2011).

Kegiatan ini bertujuan untuk mengenalkan cara pembuatan susu pasteurisasi, meningkatkan nilai jual susu yang diproduksi oleh peternak sapi perah anggota PKK desa Kemiri, serta memberikan peluang bagi masyarakat agar tergerak untuk menciptakan inovasi dalam pengolahan susu pasteurisasi sesuai tingkat kesukaan dari masyarakat Kemiri tersebut, sehingga mampu meningkatkan perekonomian masyarakat. .

Salah satu usaha dalam meningkatkan masa simpan dan daya jual susu adalah mengolahnya menjadi susu pasteurisasi. Susu pasteurisasi adalah susu segar yang mengalami proses pemanasan pada suhu tertentu dan waktu tertentu, dimana fungsi pemanasan tersebut adalah untuk membunuh semua mikroorganisme patogen yang terdapat dalam susu, sehingga aman dikonsumsi. Pasteurisasi juga dapat membunuh bakteri penyebab pembusukan dan menginaktifkan enzim.

Pengolahan susu segar menjadi susu pasteurisasi merupakan salah satu upaya untuk memperpanjang masa simpan susu tanpa banyak merubah sifat fisiknya. Pasteurisasi susu dilakukan dengan menggunakan proses pemanasan di bawah titik didih susu. Menurut Kristanti (2017) mikroba yang muncul sesaat setelah susu dipasteurisasi diduga sebagai

mikroba termodurik. Kontaminasi mikroba dapat terjadi mulai dari pemerahan hingga pengemasan dan pemasaran (Apriliyani dan Apriliyanti, 2018). Mutu bahan makanan pada umumnya sangat tergantung pada beberapa faktor, diantaranya cita rasa, warna, tekstur dan nilai gizi. Tetapi sebelum faktor-faktor tersebut dipertimbangkan secara fisual faktor warna tampil lebih dahulu dan terkadang sangat menentukan mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan buah. Warna juga dapat menunjukkan apakah suatu pencampuran atau pengolahan sudah dilakukan dengan baik atau belum.

Pewarna sintesis mempunyai keuntungan yang nyata dibandingkan pewarna alami, namun ternyata akhir-akhir ini banyak terjadi kasus keracunan akibat zat pewarna sintetis. Hal ini terjadi karena pada proses pembuatan zat pewarna sintetis biasanya melalui perlakuan pemberian asam sulfat atau asam nitrat yang sering kali terkontaminasi oleh arsen atau logam berat lain yang bersifat racun.

Umumnya pewarna makanan di pasaran berupa pewarna sintetis yang tidak tahu akan kandungan-kandungannya. Berita yang terkabar sekarang pewarna makanan mengandung zat-zat yang amat berbahaya untuk tubuh. Pewarna makanan alami sekarang jarang ditemui dipasaran, ini dikarenakan pewarna alami warna yang terbentuk pada makanan kurang kuat.(Mastuti, 2011).

METODE

Bahan yang digunakan adalah susu sapi dari peternak desa Kemiri, bahan pewarna alami dari ekstrak daging buah naga, jeruk, melon dan daun pandan. Sebagai pembanding digunakan pewarna dan perasa melon dan strawberry.

Langkah kerja percobaan diawali dengan mempersiapkan bahan pewarna alami dari buah naga dengan cara mengambil 2 buah naga dengan berat 1,5 ons perbuah dipisahkan dari kulitnya lalu di potong-potong dan dihancurkan dengan menggunakan sendok. Kemudian diambil sari dari buah naga dengan cara menyaringnya. Ekstrak buah jeruk diambil dengan cara memotong buah jeruk secara melintang dan memerasnya lalu disaring, ekstrak buah melon diambil dagingnya lalu diparut kemudian diambil sarinya dengan cara menyaringnya. Pewarna daun pandan diperoleh dengan cara menggiling daun hingga halus kemudian ditambahkan 2 sendok air, setelah itu diperas, daun pandan digunakan untuk penambahan pewarna dari buah melon yang akan dicampur di susu pasteurisasi. Susu dipanaskan sampai suhu 80°C dan ditambahkan gula sebanyak 200 gram / liter, kemudian didinginkan selama 15 menit. Setelah itu diberi perlakuan pewarnaan alami dan buatan dan diuji organoleptik berdasarkan warna, bau, rasa dan kenampakan serta perbandingan minat masyarakat berdasarkan uji tersebut.

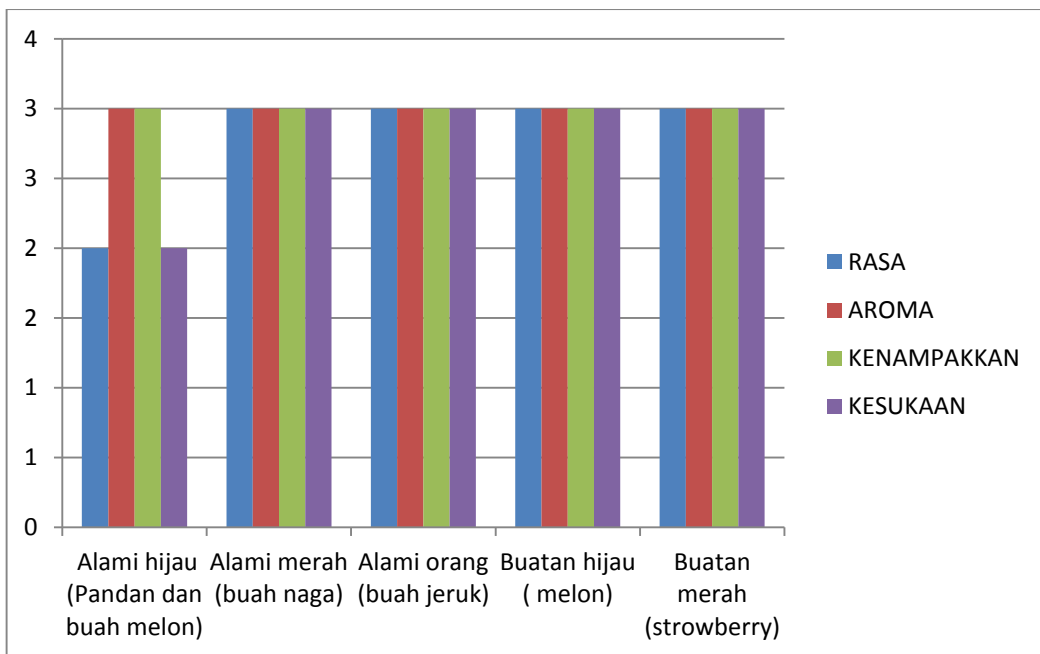
Dalam uji organoleptik ini diadakan *scoring* terhadap respon responden. *Score* 1 menunjukkan respon responden sangat tidak baik, *score* 2 menunjukkan respon responden tidak baik, *score* 3 menunjukkan respon responden baik, dan *score* 4 menunjukkan respon responden sangat baik terhadap produk susu tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penduduk di desa Kemiri rata-rata pekerjaannya adalah sebagai peternak sapi, sehingga produk utama yang dihasilkan yaitu susu. Susu merupakan suatu hasil produk hewani yang mempunyai kandungan gizi lengkap yaitu protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral yang sangat diperluka oleh tubuh. Nilai gizi susu yang tinggi menyebabkan susu menjadi media yang baik bagi pertumbuhan mikroba sehingga menyebabkan susu bersifat *perisable* .

Kerusakan pada susu dapat dikurangi dengan penanganan yang tepat seperti pemanasan atau penyimpanan suhu rendah. Salah satu pengolahan susu adalah pembuatan susu pasteurisasi merupakan pemanasan susu pada suhu di bawah 100°C dan waktu tertentu dengan tujuan mematikan bakteri patogen tanpa merusak *flavor*, komposisi, serta nilai nutrisinya. Hal ini sesuai dengan pendapat Buckle *et al.* (2009) yang menyatakan pasteurisasi efektif mematikan mikroba patogen, ragi, jamur, dan sebagian besar sel-sel vegetatif bakteri, namun bakteri pembentuk spora seperti *Clostridium* dan *Baillus* tidak mati dan menyebabkan kerusakan susu pasteurisasi selama penyimpanan dalam waktu lama. Pasteurisasi dapat dilakukan dengan dua metode yaitu LTLT (Low Temperature Long Time) dan HTST (High Temperature Short Time). Pembuatan susu pasteurisasi di desa kemiri menggunakan metode HTST pada suhu 80°C dengan waktu 2 menit.

Berdasarkan hasil uji organoleptik didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil uji organoleptik susu dengan perasa berbeda

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada semua produk susu yang diberi pewarna alami hijau (rasa campuran pandan dan buah melon), respon responden menyatakan kurang baik terhadap rasa dan kesukaan walaupun terhadap aroma dan penampakannya memberi tanggapan yang baik. Sedangkan pada penambahan rasa dan warna yang lain (rasa buah naga, jeruk, melon dan strawberry) responden menyatakan nilai baik terhadap rasa, aroma, kenampakan dan kesukaan. Tidak ada responden yang memberikan penilaian sangat baik terhadap rasa, aroma, kenampakan dan kesukaan. Menurut hasil penelitian Saati dkk (2017) pada pengujian penambahan pewarna alami pada es krim, hasil terbaik diperoleh dengan penambahan pigmen antosianin dari kulit dan buah naga, yang mempunyai kadar lemak 3,50%, gula total 10,40%, total padatan terlarut 17,93 Brix, tingkat kecerahan 64,83, tingkat kemerahan 23,17, dan viskositas 45,89; serta tingkat kesukaan rasa 3,00 enak, tingkat kesukaan tekstur 2,95 cenderung halus, dan kenampakan warna 3,05 menarik

Pemberian warna pada makanan atau minuman umumnya bertujuan agar makanan atau minuman terlihat lebih segar dan menarik sehingga menimbulkan selera warga untuk

mengkonsumsinya. Pewarna yang ditambahkan baik alami maupun buatan dapat mempengaruhi rasa, aroma, kenampakkan dan kesukaan warga Kemiri. Hasil data diatas merupakan hasil rata-rata yang didapatkan dari hasil kuisioner uji organoleptik yang diberikan pada warga anggota PKK Kemiri sebanyak 32 orang. Perlakuan pewarna alami hijau (pandan dan melon) hasil rata-ratanya memiliki rasa kurang enak, tetapi aromanya sedap, kenampakkannya menarik, dan tingkat kesukaan rata-rata responden tidak suka. Hal ini dapat terjadi karena pewarna alami yang digunakan yaitu daun pandan dan perasa yang digunakan yaitu buah melon, saat pembuatan ekstraksi daun pandan dan filtrat buah melon di campur jadi satu yang mengakibatkan kontradiksi dalam rasa ketika dicampur pada susu, akan tetapi memiliki aroma yang sedap, kenampakkan menarik, karena hal tersebut belum cukup membuat responden warga Kemiri suka sehingga kebanyakan dari mereka tidak suka. Pada pewarna alami merah (buah naga) dan pewarna alami orange (buah jeruk) rata-rata memiliki rasa enak, aroma sedap, kenampakan menarik, serta tingkat kesukaan responden rata-rata suka sehingga perlakuan ini dapat diterima oleh masyarakat. Hal ini dapat terjadi karena pewarna alami buah naga yang di campurkan pada susu memberikan rasa manis dan warna yang menarik, sedangkan pewarna alami dari jeruk yang dicampur pada susu memberikan kontribusi warna, rasa, aroma khas buah jeruk dan disukai. . Faktor-aktor yang mempengaruhi adalah jenis metode pasteurisasi, jenis bahan, suhu, waktu, kelembapan relatif, jenis pewarna, dan lain-lain. Menurut Saati dk (2017) zat pewarna alami pada makanan dan minuman, dapat dibuat dari ekstrak bagian-bagian tumbuhan tertentu, misalnya warna hijau dari daun pandan atau suji, warna merah dari ekstrak bunga mawar, warna kuning dari kunyit. Sumber pigmen di alam antara lain terdapat pada daun kelor, wortel dan kulit buah naga merah. Upaya ini dilakukan karena zat pewarna sintetis yang berasal dari bahan-bahan kimia kurang aman, meskipun ketersediaan zat pewarna alami terbatas.

Menurut Wibawanto dkk (2014) zat pewarna alami dibagi atas: a) pewarna alami yang berasal dari tanaman, seperti: antosianin, karotenoid, betalains, kloroil, dan kurkumin, b) pewarna alami yang berasal dari aktivitas mikrobial, seperti: zat pewarna dari aktivitas *Monascus* sp, yaitu pewarna angkak zat pewarna dari aktivitas ganggang., c) pewarna alami yang berasal dari hewan dan serangga, seperti: chocineal dan zat pewarna heme. Keuntungan dalam penggunaan pewarna alami adalah a) tidak adanya efek samping yang berbahaya bagi kesehatan, b) dapat berperan sebagai bahan pemberi flavor/ menambah rasa pada makanan, zat anti mikrobia, dan antioksidan, c) aman dikonsumsi, d) warna lebih menarik, e) terdapat zat gizi dan mudah di dapat di alam. Sedangkan kelemahan dalam penggunaan pewarna alami yaitu pewarnaannya yang lemah, kurang stabil dalam berbagai kondisi, aplikasi kurang luas, cenderung lebih mahal, sering kali memberikan rasa dan flavor khas yang tidak diinginkan, tidak stabil pada saat proses pemasakan, konsentrasi pigmen rendah, stabilitas pigmen rendah, keseragaman warna kurang baik, spektrum warna tidak seluas seperti pewarna sintetis, agak rumit dalam penggunaannya, pilihan warna sedikit atau terbatas dan kurang tahan lama.

Pada perlakuan pewarna buatan hijau (melon) dan pewarna buatan merah (strowberry) rata-ratanya memiliki rasa enak, aroma sedap, kenampakkan menarik, serta tingkat kesukaan mereka rata-rata suka sehingga perlakuan ini dapat diterima oleh masyarakat. Hal ini dapat terjadi karena pewarna buatan atau sintetis dibuat dari bahan-bahan kimia yang sebagian besar tidak dapat digunakan sebagai pewarna makanan atau minuman karena dapat menyebabkan gangguan kesehatan terutama fungsi hati di dalam tubuh. Dibandingkan

dengan pewarna alami, pewarna sintetik memiliki beberapa kelebihan, yaitu memiliki pilihan warna yang lebih banyak, mudah disimpan, dan lebih tahan lama. Perlu diketahui bahwa zat pewarna sintetik yang bukan untuk makanan dan minuman (pewarna tekstil) dapat membahayakan kesehatan apabila masuk ke dalam tubuh karena bersifat karsinogen (penyebab penyakit kanker). Oleh karena itu, sebelum membeli harus diyakini dahulu bahwa zat pewarna yang dipakai sebagai zat aditif pada makanan atau minuman tersebut adalah benar-benar pewarna makanan atau minuman.

SIMPULAN

Berdasarkan percobaan yang sudah dilaksanakan tersebut dapat disimpulkan bahwa pewarna alami maupun pewarna buatan keduanya dapat digunakan sebagai pewarna minuman susu pasteurisasi. Pewarna alami maupun buatan rata-rata keduanya memiliki rasa enak, aroma sedap, kenampakan menarik, serta disukai atau dapat diterima oleh warga desa Kemiri, sehingga pewarna alami dapat digunakan sebagai alternatif pewarna makanan ataupun minuman karena aman dikonsumsi dan memiliki zat gizi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kemenristek Dikti atas dukungan dananya melalui hibah pengabdian KKN-PPM tahun 2018.

DAFTAR RUJUKAN

- Aprilliyani, M.W. dan Apriliyanti, M.W. 2018. Kualitas fisik dan sensoris produk susu pasteurisasi pada suhu dan waktu transportasi dalam distribusi pemasaran. *Jurnal ilmu dan teknologi hasil ternak*. Vol 13 (1) : 46-53.
- Buckle KA, Edward RA, Fleet GH, & Wootton M. 2009. Ilmu Pangan. Terjemahan Hari P dan Adiono. Jakarta: UI Press.
- Kristanti, N. D. (2017). Daya simpan susu pasteurisasi ditinjau dari kualitas mikroba termodurik dan kualitas kimia. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak*, 12(1), 1–7.
- Mastuti, E. (2011). Pembuatan konsentrat zat warna alami untuk bahan makanan dari daun pandan dan biji kesumba beserta penerapannya. *Ukuilibrium*, 10(1), 31–35.
- Prayitno, C. B., dan Khotimah, K. (2011). Profil peternak sapi perah desa Kemiri Kecamatan Jabung kabupaten Malang. *Gamma*. 7 : 13–19.
- Saati, E. A.; Ramadhani, R. W.; dan Warkoyo. 2017. Es Krim Sehat-Tiga Warna Dari Ekstrak Tiga Jenis Pigmen Hayati Lokal: Respon Penambahan Proporsi Susu Skim. *Prosiding Seniat*, [S.L.], V. 3, N. 2, P. D5.1-8, Aug. 2017. Issn 2085-4218.
- Wibawanto, N. R., Ananingsih, V. K., dan Pratiwi, R. (2014). Produksi serbuk pewarna alami bit merah (*Beta vulgaris* L.) dengan metode oven drying., 38–43.

Penggunaan *Sprinkler Irrigation System* pada Tanaman Bawang Merah dan Peran Masyarakat di Desa Ngepung Kecamatan Lengkung Kabupaten Nganjuk

Pujiati¹, Binur Huda², Cicilia Novi Primiani¹

¹ Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas PGRI Madiun

² Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, FKIP, Universitas PGRI Madiun

Email: primiani@unipma.ac.id

Abstrak

Desa Ngepung, Kecamatan Lengkung, Kabupaten Nganjuk adalah desa yang mengalami kesulitan air irigasi. Dibutuhkan suatu perencanaan sistem irigasi guna memanfaatkan ketersediaan air yang ada. Tujuan kegiatan adalah untuk merencanakan suatu *Sprinkler Irrigation System* tanaman bawang merah di lahan sempit. Perencanaan *sprinkler* dilakukan pada lahan ukuran 100 x 40 m, tipe S022SD jarak antar sprinkler 15 x 15 m. Masyarakat sangat antusias dan berperan aktif dalam kegiatan, diharapkan meningkatkan sistem pertanian dan dapat meningkatkan produksi panen.

Kata Kunci:

sprinkler irrigation system,
bawang merah,
peran masyarakat

PENDAHULUAN

Irigasi curah (*sprinkler irrigation*) salah satu metode irigasi dengan konsep pemberian air dilakukan dengan menyemprotkan air ke udara kemudian jatuh ke permukaan tanah seperti air hujan (Schwab,*et.al*,1981). *Sprinkler irrigation* adalah suatu sistem semburan air dilakukan ke udara dari *sprinkler* dan jatuh ke tanah seperti air hujan. Tujuan irigasi curah adalah agar air dapat diberikan secara merata dan efisien pada areal pertanaman dengan jumlah dan kecepatan yang sama atau kurang dari laju infiltrasi air ke dalam tanah (kapasitas infiltrasi).

Perencanaan *Sprinkler Irrigation System* (SIS) sangat direkomendasikan untuk dilakukan penelitian di Desa Ngepung, dimana letak geografisnya di lereng bukit yang memerlukan suatu sistem irigasi khusus untuk tanaman. Tanaman yang akan digunakan adalah bawang merah yang memerlukan air yang konstan dan relatif banyak. Sehingga salah satu sistem irigasi yang cocok digunakan yaitu Sprinkler Irrigation (irigasi curah).

Sprinkler irrigation (irigasi curah) adalah salah satu sistem pemberian air pada tanaman dengan bentuk semburan air tipis seperti curah hujan. Sistem ini dapat meningkatkan ketetapan penggunaan air dan menghasilkan keseragaman irigasi kurang lebih 80% (Kurniati, 2007) serta meminimalisir degradasi lahan akibat pemasangan sistem. Dibutuhkan pemilihan tipe sprinkler, tekanan operasional, dan jarak antar sprinkler yang sesuai untuk memperoleh aliran air yang seragam. Jadi, sistem ini sangat cocok digunakan pada lahan pertanian yang kering.

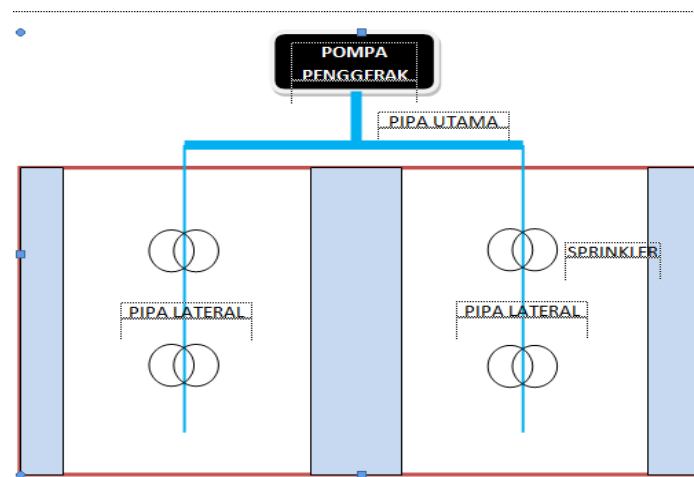
Sprinkler Irrigation System sering digunakan pada tanaman yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi, salah satunya adalah komoditas bawang merah. Besar ekspor bawang merah Indonesia mengalami kenaikan dari tahun 2016 sampai akhir 2017. tahun 2017 Indonesia mampu mengekspor bawang merah ke Thailand dan Singapura sebesar 247,5 ton (Imam, 2017). Hasil panen bawang merah yang diekspor merupakan hasil dari pertanian khususnya daerah Jawa Timur.

Kegiatan dilakukan untuk merencanakan *Sprinkler Irrigation System* untuk tanaan bawang merah yang memanfaatkan sumur SPAM desa Ngepung Kecamatan Lengkung Kabupaten Nganjuk. Diantaranya untuk merancang *design layout* dan sprinkler dan biaya yang harus dianggarkan.

METODE

Observasi terhadap lahan pertanian desa Ngepung dengan melakukan identifikasi terhadap pertanian bawang merah di lahan kering. Pemilihan lokasi (titik penempatan SIS) dilakukan pada 4 tempat berdasarkan hasil identifikasi. Perancangan *Sprinkler Irrigation System* dilakukan dilahan pertanian milik salah satu warga desa Ngepung. Alasan dipilihnya lahan tersebut karena, 1) lahan sudah ditanami bawang merah sehingga bisa langsung diaplikasikan sistem irigasi curah, 2) lahan merupakan milik salah satu warga yang membutuhkan pelatihan pemberdayaan masyarakat.

Disain sistem irigasi curah dibuat sederhana dan disesuaikan dengan kebutuhan lahan dan anggaran dana yang mampu diikuti warga sekitar. Skema layout disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Layout Rancangan *Sprinkler Irrigation System*

Sistem SIS memiliki tiga poin utama yaitu, pompa penggerak, sistem jaringan perpipaan, dan sprinkler. Pertama, pompa penggerak dipilih dengan jenis sentrifugal single stage dengan daya keluaran 5,5 HP (Ahmad, 2016). Kedua, sistem jaringan perpipaan terdiri dari pipa utama 3 dim dan pipa lateral ½ dim. Ketiga, jenis sprinkler yang digunakan adalah S022SD. Desain irigasi ini dapat digunakan secara fleksibel oleh para petani sesuai dengan keadaan lahan, jenis tanaman, dan sumber air yang ada.

Analisis data dilakukan dengan penyebaran angket keterlaksanaan program dan tanggapan masyarakat. Observasi pasca panen dengan analisis hasil panen bawang merah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman yang digunakan dalam perencanaan sistem irigasi curah adalah bawang merah. Bawang merah merupakan salah satu komoditas yang memerlukan air yang relative banyak dan konstan. Tetapi tidak tahan dengan kondisi tanah yang becek dan menggenang. Untuk tanaman yang baru beumur 0-10 hari perlu dilakukan penyiraman sebanyak dua kali sehari setiap pagi dan sore hari. Sedangkan selanjutnya bisa dilakukan penyiraman setiap pagi hari. Hasil identifikasi lahan kering di Desa Ngepung, Kecamatan Lengkon, Kabupaten Nganjuk dengan pemasangan sprinkler yang dihubungkan dengan bak penampungan air hujan yang telah dilakukan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Lahan kering dengan pemasangan sprinkler yang terhubung dengan pipa pada bak penampungan air hujan memanjang di desa Ngepung Kabupaten Nganjuk

Tipe sprinkler yang sesuai dengan kebutuhan air tanaman bawang merah adalah tipe bertekanan rendah karena dapat menyebarkan air secara merata seperti curah hujan. Adapun tipe yang dipilih adalah S022SD yang mampu menyediakan keseragaman air dengan jarak 15 meter dan tahan terhadap kecepatan angin. Spesifikasi Sprinkler S022SD disajikan pada Tabel 1 (Okta, 2017).

Tabel 1. Spesifikasi sprinkler S022SD

No	Besaran	Ukuran
1	Diameter nozzle	35 mm
2	Tekanan	3,5 atm
3	Diameter basah	24
4	Debit	0,087 m ³ /jam
5	Jarak antar sprinkler	15 x 15 m

Jaringan pipa hanya terdiri dari pipa utama dan pipa lateral. Pipa utama digunakan dengan ukuran 3 dim dengan panjang 50 meter. Pipa lateral ukuran ½ dim panjang 100 meter disusun secara parallel menjadi dua lateral. Pompa Penggerak yang

akan diterapkan adalah pompa tipe SP 3A-25 dengan spesifikasi data pada Tabel 2 (Okta, 2017).

Tabel 2. Spesifikasi tipe SP 3A-25

No	Besaran	Ukuran
1	Diameter nozzle	35 mm
2	Tekanan	3,5 atm
3	Diameter basah	24
4	Debit	0,087 m ³ /jam
5	Jarak antar sprinkler	15 x 15 m

Jenis generator yang digunakan pada perencanaan sistem irigasi curah adalah generator tipe IW10WS dengan spesifikasi pada Tabel 3 (Okta, 2017).

Tabel 3. Spesifikasi tipe IW10WS

No	Besaran	Ukuran
1	Diameter nozzle	35 mm
2	Tekanan	3,5 atm
3	Diameter basah	24
4	Debit	0,087 m ³ /jam
5	Jarak antar sprinkler	15 15 m

Hasil angket masyarakat terhadap penggunaan sprinkler pada vertikultur bawang merah adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil angket respon masyarakat terhadap penggunaan sprinkler pada tanaman bawang merah secara vertikultur

No	Indikator	Persentase (%)
1	Keterlaksanaan kegiatan SIS pada tanaman vertikultur bawang merah	87
2	Keikutsertaan masyarakat dalam menggunakan sprinkler	94
3	Peningkatan hasil panen	82
4	Keikutsertaan masyarakat dalam teknologi bak penampungan air hujan (PAH)	93
5	Keberlanjutan program SIS	82

Beberapa faktor kendala yang dihadapi selama proses pelaksanaan penggunaan SIS dalam upaya mengatasi kesulitan air dan kekeringan yang ada di Desa Ngepung adalah: (1) Akes jalan sangat sulit dilalui terutama saat hujan turun. Jalanan mayoritas sudah rusak bahkan untuk menuju beberapa rumah tertentu, jalannya adalah jalan setapak diantara sawah sehingga saat musim hujan sulit dilalui. Solusi untuk permasalahan ini adalah pengoptimalan pelaksanaan program kerja saat matahari terik (siang hari) dan jalanan tidak begitu berlumpur. Saat hujan turun dan jalanan sulit dilewati; (2) Kurangnya toko material untuk membeli alat dan bahan yang dibutuhkan.

Toko bahan material yang dibutuhkan untuk program kerja adanya di Kecamatan, sedangkan jarak tempuh sekitar satu jam dengan kondisi jalan sulit (berlumpur) Solusinya semua alat dan bahan yang dibutuhkan diusahakan dipersiapkan dengan lengkap sehingga efektif dan efisien dalam hal belanja barang; (3) Sulitnya akses untuk mendapatkan air. Air mengalir dengan menggunakan Panel Surya atau tenaga matahari sehingga air baru bisa mengalir saat matahari terik, bila hujan air tidak mengalir sehingga hanya bisa mengandalkan air tandon. Solusi untuk permasalahan air adalah dengan menghemat air, Mandi satu kali sehari atau mandi disungai, mencuci piring dengan menimba air di sumur.

Keberlanjutan dari program ini yaitu: (1) Vertikultur dan hidroponik sebagai bahan percontohan diletakkan di rumah kepala dusun dengan harapan akan dirawat oleh warga sekitar dan dapat dijadikan bahan percontohan serta dimanfaatkan oleh masyarakat. Bak penampungan air hujan (PAH) akan dikelola oleh warga dan pemerintah dusun setempat. PAH diletakkan di Mushola Al-Hidayah dan digunakan oleh warga untuk wudu dan untuk kebutuhan sehari-hari; (2) Sprinkler (alat penyiram otomatis) digunakan untuk menyiram tanaman secara otomatis di ladang pertanian dan dikelola kelurahan.

SIMPULAN

1. Kebutuhan air yang diperlukan bawang merah adalah penyiraman secara teratur setiap pagi dan sore hari pada umur 0-10 hari dan setiap pagi hari pada umur selanjutnya
2. Tipe sprinkler yang digunakan adalah S022SD yang mampu menyediakan keseragaman air dengan jarak 15 meter dan tahan terhadap kecepatan angin
3. Sistem jaringan perpipaan yang disesuaikan dengan kebutuhan lahan adalah tipe jaringan parallel dengan satu pipa utama 3 dim dan dua pipa lateral ½ dim dengan jarak antar sprinkler 15 x 15 meter
4. Jenis pompa penggerak yang direncanakan pada sumur SPAM Ngepung adalah pompa dengan motor tenggelam merk GRUNDFOS tipe SP 3A-25 disertai generator merk IWATA tipe IW10WS.
5. Warga masyarakat sangat terbantu dengan metode (SIS) sehingga dapat menjadi solusi terhadap pertanian bawang merah di lahan kering.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan keda Kemenristek Dikti yang telah memberikan dana dalam hibah KKN PPM 2017 serta terimakasih kepada masyarakat Desa Ngepung, Kecamatan Lengkon, Kabupaten Nganjuk.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad T dan Budianto L 2016 *Jurn Irigasi* Rancangan Irigasi Sprinkler Portable Tanaman Pakchoy Vol 11 (Lampung: Universitas Negeri Lampung) hh 43-54.
- Imam Wahyudiyanta.2017."RI Ekspor 247 Ton Bawang Merah ke Thailand dan Singapura", Detikfinance, 2 Mei 2018. Surabaya.
- Kurniati E, Suharto B dan Afrilia T 2007 *Jurn Tekn Pertan* Desain Jaringan Irigasi Curah (Sprinkler Irrigation) Pada Tanaman Anggrek Vol 8 hh 35-45.

Okta R P, Jafan S F dan Endang P 2017 *E-Jour UB* Perencanaan Jaringan Irigasi Curah (SPRINKLER) Pada Tanaman Bawang Merah (*ALLIUM CEPA L.*) Di Desa Kaliakah Kecamatan Megara Kabupaten Jembrana Provinsi Bali (Malang: Universitas Brawijaya).

Schwab, G.O., R.K. Frevert, T.W. Edminster, K.K. Barnes, 1981. *Soil and Water Conservation Engineering*. John Wiley & Sons, New York, USA.

IbW-CSR Tahun III 2018: Pendampingan Masyarakat Kepulauan Sapeken-Sumenep dalam Budidaya Rumput Laut Berwujud Pemerolehan PIRT dan Integrasi Budidaya Teripang

Nurwidodo¹, Abdulkadir Rahardjanto¹, Husamah¹, Mas'odi², M. Sarip Hidayatullah³

¹ Universitas Muhammadiyah Malang

² STKIP PGRI Sumenep

³ SKK Migas-Kangean Energy Indonesia (KEI)

Email: husamahumm@gmail.com

Abstrak

Budidaya rumput laut di Kepulauan Sapeken Kabupaten Sumenep perlu terus dikembangkan. Sehubungan dengan itu, tim IbW-CSR telah memasuki masa pengabdian tahun III (tahap pengembangan). Tim telah melakukan kegiatan pengabdian, sehingga artikel ini bertujuan mendeskripsikan pendampingan masyarakat dalam bentuk Pemerolehan P-IRT, Pemasaran, dan Integrasi Budidaya Teripang dalam budidaya rumput laut di daerah tersebut. Subjek dalam pengabdian adalah 10 kelompok tani rumput laut di Kecamatan Sapeken (berasal dari empat desa, yaitu Pagerungan Kecil, Pagerungan Besar, Sapeken, dan Sadulag). Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan selama delapan bulan. Metode yang digunakan dalam pengabdian ini adalah survey, demonstrasi, praktek langsung, dan evaluasi. Keterlaksanaan atau keberhasilan pengabdian didasarkan pada terpenuhinya indikator-indikator proses pengabdian (keikutsertaan dalam pelatihan, keberhasilan memperoleh P-IRT dan keberhasilan mengimplementasikan integrasi budidaya rumput laut dengan teripang. Kegiatan pengabdian dievaluasi dalam hal proses dan akhir kegiatan. Kegiatan pengabdian dianggap telah berhasil bila persentase capaian masyarakat mencapai $\geq 75\%$. Adapun hasil kegiatan adalah mitra antusias terlibat (81%), 70% telah memperoleh PIRT, dan 90% berhasil mengimplementasikan budidaya rumput laut terintegrasi budidaya teripang. Dapat disimpulkan bahwa pengabdian masyarakat telah diimplementasikan sesuai dengan rencana dan berjalan dengan baik.

Kata Kunci

Kepulauan Sapeken, pendampingan masyarakat, rumput laut, teripang

PENDAHULUAN

Sapeken adalah sebuah kecamatan di gugusan Kepulauan Kangean, Kabupaten Sumenep (Jawa Timur). Wilayah ini terletak dibagian paling ujung kepulauan Madura. Penduduk di Kepulauan Sapeken ini umumnya berbahasa Sulawesi (bahasa Bajo, Mandar, dan Bugis). Kepulauan Sapeken merupakan salah satu Kecamatan di wilayah kepulauan yang memiliki pulau-pulau kecil sebanyak 53 pulau, dengan 21 pulau berpenghuni dan 32 pulau tidak berpenghuni. Akses ke Kepulauan Sapeken adalah dengan menggunakan kapal penumpang

Diterima:

30 Agustus 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

10 Oktober 2018

atau kapal perintis melalui dengan rute Pulau Madura (Pelabuhan Kalianget, Sumenep) atau Banyuwangi (Pelabuhan Tanjungwangi).

Mayoritas penduduk Sapeken bermata pencaharian nelayan tangkap. Sebagaimana permasalahan nelayan Indonesia pada umumnya, kemiskinan menjadi permasalahan utama di Sapeken. Kepulauan Sapeken sebenarnya memiliki potensi perikanan yang masih terbuka untuk investasi dan meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya karena dianugerahi kondisi geografis yang sangat mendukung yaitu berupa budidaya laut (marine culture). Lahan yang dimanfaatkan hanya sedikit dari luas lahan potensi marine culture yang efektif (diperkirakan puluhan ribu hektar). Persoalan lain yang mendesak karena berpengaruh terhadap banyak hal adalah peningkatan dalam kualitas pendidikan dan kesadaran melalui pendidikan. Akibat permasalahan kesejahteraan dan pendidikan maka masyarakat cenderung menggunakan cara-cara tidak ramah lingkungan dalam menangkap hasil laut. Hal ini diakibatkan karena hampir seluruh masyarakat (nelauan) yang ada di kepulauan Sapeken merupakan tipe nelayan kecil, seperti yang kita ketahui bahwa nelayan kecil merupakan nelayan yang pekerjaannya menangkap ikan hanya pada musim-musim tertentu (musiman). Selain itu nelayan tersebut hanya bekerja paruh waktu yang pekerjaan utamanya adalah buruh kasar atau karyawan yang bagi mereka penghasilan utamanya dirasa tidak cukup sehingga memutuskan untuk bekerja sampingan yaitu sebagai nelayan. Bahkan ada yang memang memutuskan menjadi nelayan "hakiki", yaitu pekerjaan satu-satunya yang dijadikan gantungan hidup adalah dengan cara melaut.

Selain itu nelayan yang ada sangat kurang akan pengetahuan terkait bagaimana caranya agar mendapatkan hasil yang melimpah dari laut tanpa merusak keanekaragaman hayati dan biota laut yang ada. Oleh karena itu kehidupan nelayan dan masyarakat pesisir (termasuk dalam hal ini juga adalah pembudidaya) harus mendapat perhatian secara luas, terlebih pemerintah dan akademisi. Kondisi kehidupan nelayan dan masyarakat pesisir (termasuk dalam hal ini juga adalah pembudidaya) harus mendapat perhatian secara luas, terlebih pemerintah dan akademisi. Nelayan harus didampingi dan diberikan pengembangan, khususnya meningkatkan pemahaman mereka sehingga kreatif dan inovatif untuk memaksimalkan potensi di sekitar secara bijak dan berkesinambungan. Sehubungan dengan itu tim penulis melaksanakan kegiatan pengabdian yang didanai KEMENRISTEKDIKTI bekerjasama dengan sebuah perusahaan MIGAS berupa skim Ipteks bagi Wilayah-Corporate Social Responsibility atau IbW-CSR sejak tahun 2016 sampai tahun 2018 (N. Nurwidodo, Rahardjanto, Husamah, & Mas'odi, 2017; Nurwidodo Nurwidodo, Rahardjanto, Husamah, Mas'odi, & Mufrihah, 2017).

METODE

Terdapat beberapa metode yang dipakai dalam melakukan pengabdian di kepulauan Sapeken diantaranya adalah survey, demonstrasi, praktek, dan evaluasi. Metode survey merupakan penyelidikan yang dilakukan untuk mendapatkan data riil dan faktual dari gejala-gejala yang ada pada suatu daerah tertentu yang menjadi tempat kajian ataupun pengabdian (Nazir, 1988). Dalam hal ini Tim IbW telah mengadakan survey, pembicaraan dengan berbagai pihak di Kabupaten Sumenep, serta perusahaan mitra (Kangean Energy Indonesia/KEI Ltd) terkait dengan kegiatan yang akan dilakukan. Beberapa permasalahan pokok yang akan menjadi prioritas penanganan bersama tim IbW dengan KEI Ltd, yaitu peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani Sapeken dalam hal budidaya rumput laut sehingga hasil panen meningkat, peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani dalam penanganan

rumpun laut pasca panen sehingga meningkatkan pendapatan masyarakat. Model Demonstrasi dan praktik pada pengabdian ini dilakukan untuk memberikan pelatihan, pengarahan dan pendampingan terhadap masyarakat yang ada pada wilayah pengabdian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Sumenep terletak di ujung timur Kepulauan Madura. Kabupaten ini memiliki keunikan bentuk wilayahnya karena terdiri dari wilayah daratan dengan pulau yang tersebar sebanyak 126 pulau. Secara astronomis, kabupaten ini terletak pada koordinat 113°32'54"-116°16'48" Bujur Timur dan 4°55'-7°24' Lintang Selatan. Sejumlah 38% dari jumlah keseluruhan pulau (48 pulau), merupakan pulau berpenghuni, sisanya merupakan pulau yang tidak berpenghuni. Wilayah daratan memiliki luasan 1.146,927 Km² (54,79%) terbagi atas 18 Kecamatan. Sedangkan wilayah kepulauan memiliki luasan 946,531 Km² (45,21%) terbagi atas 9 Kecamatan (Sukandar et al., 2016). Salah satunya adalah kecamatan Sapeken. Kecamatan Sapeken memiliki beberapa desa. Dari beberapa desa tersebut yang dijadikan tempat pengabdian adalah Desa Pagerungan dan Desa Sadulang Kecamatan Sapeken Kabupaten Sumenep, yang dalam perkembangannya memberikan imbas bagi desa-desa lain di kepulauan tersebut. Masyarakat sebagai pelaku kegiatan adalah petani/nelayan rumput laut. Hal ini tentu tidak terlepas dari Pendampingan yang selama ini telah dilakukan oleh akademisi (tim pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Malang dan STKIP PGRI Sumenep) juga tim dari CSR Kangean Energy Indonesia (KEI).

Pendampingan Masyarakat

Kehidupan Masyarakat kepulauan khususnya masyarakat pesisir pantai memiliki sifat yang mudah dalam mempertahankan hidup (survival). Hal ini dikarenakan tantangan untuk menjaga kelangsungan hidup keluarga mereka, termasuk dalam hal melakukan penangkapan di laut. Menurut data dari (Sukandar et al., 2016) lebih dari separuh masyarakat menjadi nelayan sebanyak 535 jiwa dari jumlah kepala keluarga 1003 jiwa. Akan tetapi Selama ini masyarakat yang ada di kepulauan Sapeken kehidupan dan cara menyambung hidup sangat penuh akan resiko. Resiko yang diambil salah satunya adalah dengan cara menjadi pemburu Hiu sampai perbatasan Indonesia Australia dan perburuan tersebut hanya menggunakan kemampuan dan pengetahuan yang terkait penangkapan ikan. Cara-cara yang mereka pakai menggunakan Bom ikan, pukuk hela (*trawls*) dan pukuk tarik (*seine nets*). Cara yang mereka pakai tentunya tidak hanya berisiko pada dirinya sendiri akan tetapi juga berisiko terhadap keanekaragaman hayati dan biota laut yang ada. Tentu cara yang mereka pakai menjadi perhatian pemerintah. Oleh sebab itu terbitlah Peraturan Menteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 2/Permen-Kp/2015 tentang larangan penggunaan alat penangkapan ikan pukuk hela (*trawls*) dan pukuk tarik (*seine nets*) di wilayah pengelolaan perikanan negara republik indonesia (Kelautan, Perikanan, & Indonesia, 2015).

Oleh sebab itu sebagai akademisi (UMM dan STKIP PGRI Sumenep) bekerjasama dengan KEI mempunyai kewajiban untuk turut andil merubah mindset dari para nelayan / masyarakat pesisir yang selama ini kurang dalam pengetahuan terkait memanfaatkan kekayaan alam. Tentu hal ini harus dilakukan dengan cara memberikan pendampingan terhadap mereka. Sehingga diharapkan setelah memperoleh pendampingan mereka dapat mengambil keuntungan dari alam yang terhampar luas (laut) tanpa harus merusaknya.

Pendampingan dapat diartikan sebagai pemberian bantuan ilmu dan pengetahuan (transferring of knowledge and technology) agar masyarakat mendapatkan ilmu dan pengalaman

yang lebih baik (H. Nurwidodo, Abdulkadir Rahardjanto, Husamah, Mas'odi, 2018). Pendampingan yang diberikan kepada masyarakat bertujuan untuk menjadikan masyarakat yang lebih mandiri dan lebih baik dalam mengelola kekayaan alam (laut). Selain itu pendampingan yang dilakukan tetap menjaga dan menghargai kearifan local (local wisdom) yang terdapat didaerah tersebut. Bahkan akan menjadikan kearifan lokal tersebut menjadi ciri khas dan karakter sebagai pembeda dengan masyarakat lain terlebih menjadi contoh yang lebih baik. Pendampingan ini telah dilakukan mulai dari tahun 2016-2018 melalui program IBW CSR guna menjaga agar pendampingan ini berjalan dengan baik dan berkelanjutan. Berdasarkan survey juga informasi dari masyarakat dikatakan bahwa sebagian masyarakat ada yang merantau ke pulau jawa, jakarta bahkan Luar Negeri (Malaysia). Hal ini disebabkan karena mereka tidak memiliki keahlian dalam mengelola kekayaan laut yang ada. Hal ini juga di perkuat oleh (Illouz, 2013) bahwa banyak dari masyarakat yang memilih untuk merantau ke negeri jiran meski dengan cara illegal. Maka dengan adanya pendampingan ini diharapkan dapat merubah pola mindset masyarakat dari pemburu (baik kekayaan alam ataupun pekerjaan) menjadi pembudidaya dan pencipta bahkan menjadi mandiri tanpa menggantungkan diri pada pihak lain.



Gambar 1. pembinaan dan pengembangan olahan rumput laut oleh tim pendamping (sumber: dokumentasi Pribadi)

Terdapat beberapa pola/cara pendampingan yang dilakukan yang diberikan kepada masyarakat (S. H. Nurwidodo, Abdulkadir Rahardjanto, Husamah, Mas'odi, 2017) yaitu:

1. Penyadaran dan pembentukan perilaku

Penyadaran dan pembentukan perilaku untuk menghasilkan perilaku sadar dan peduli sehingga merasa membutuhkan peningkatan kapasitas diri. Pada tahap ini tim pendamping berusaha menciptakan prakondisi, agar dapat memfasilitasi berlangsungnya proses pendampingan secara efektif. Tujuan tahap ini adalah aspek kognitif yang menuntut masyarakat untuk ingin tahu dan memiliki hasrat atas ide-ide yang ditawarkan. Cara yang bisa dipakai untuk menumbuhkan kesadaran dan keingin tahaun masyarakat adalah dengan cara memberikan pertanyaan-pertanyaan yang pada akhirnya akan berujung pada argumentasi dan pada akhirnya akan menghasilkan sebuah solusi. Dalam konteks nelayan/pembudidaya, maka langkah pertama yang dapat dilakukan adalah memberikan pemahaman terhadap keadaan rumah tangga nelayan/ pembudidaya yang menjadi objek sasaran.

2. Transfer keilmuan
Pada tahapan ini tim pendamping melakukan transformasi ilmu pengetahuan, keterampilan dan keterampilan terkait bagaimana cara merubah pola dari pemburu menjadi pembudidaya, sehingga para nelayan memiliki kesadaran bahwa antara alam (laut) dan mereka sama-sama saling membutuhkan (simbiosis mutualisme).
3. Peningkatan Kemampuan Intelektual dan Keterampilan
Pada tahapan ini tim pendamping memerikan contoh dan pelatihan bagaimana menjadi pembudidaya yang baik dan melahirkan kreasi-kreasi, dan melakukan inovasi-inovasi dalam lingkungannya. Pada tahapan ini pula nelayan telah sadar dan mengerti bahwa menjadi pembudidaya lebih baik dan menguntungkan baik bagi diri sendiri dan juga lingkungan. Selain itu mereka juga telah mampu menjadi lebih mandiri dan inovatif.

Integrasi budaya teripang dan Rumput Laut

Teripang adalah salah satu komoditas ekspor bidang perikanan yang sangat potensial. Di Indonesia, pemanfaatan teripang sebagai bahan pangan dibanding produk perikanan lainnya tergolong kurang populer karena nilai estetika yang rendah (bahkan sering disebut "si buruk rupa") hal ini karena memang dari tampilan/bentuk dari teripang itu yang terlihat sangat jelek (S. H. Nurwidodo, Abdulkadir Rahardjanto, Husamah, Mas'odi, 2017) Tempat dari teripang ini sama-sama berada atau hidup dilaut dengan kondisi dsar berpasir. Sedangkan Rumput laut atau seaweed merupakan salah satu tumbuhan laut yang tergolong dalam makroalga benthik yang banyak hidup melekat di dasar perairan. Rumput laut merupakan ganggang yang hidup di laut dan tergolong dalam divisi thallophyta (Suparmi & Sahri, 2009). Pengembangan rumput laut selama ini telah berhasil dilakukan dan telah meningkatkan daya jual yang melimpah dengan menggunakan teknologi terkini.

Jika memahami pengertian diatas bahwa antara teripang dan rumput laut pada dasarnya sama-sama hidup di laut. Maka budidaya antara teripang dan rumput laut dibudidayakan dengan pola terintegrasi. Artinya budidaya tersebut dilakukan dalam satu kali waktu. Pola integrasi seperti ini tentu menjadi peluang yang sangat ekonomis dan menjanjikan. Tingkat ekonomisnya salah satunya terletak pada pola pemberian makan (perawatan) pada keduanya (teripang dan rumput laut). Seperti yang disampaikan Sembiring dalam (S. H. Nurwidodo, Abdulkadir Rahardjanto, Husamah, Mas'odi, 2017) Pengintegrasian budidaya teripang dengan budidaya rumput laut menggunakan prinsip polikultur. Polikultur merupakan suatu metode pemeliharaan komoditas budidaya dengan menggunakan lebih dari satu spesies yang satu sama lain saling menguntungkan. Selain saling menguntungkan, sistem polikultur dalam pembesaran teripang juga merupakan salah satu cara untuk mengurangi biaya operasional khususnya dalam penyediaan pakan. Dengan memadukan peran makhluk hidup tersebut, daur nutrisi dalam sistem budidaya menjadi lebih efisien. Biaya pakan dan pengelolaan kualitas air dapat ditekan secara optimal yang berdampak pada penurunan biaya produksi. Melalui sistem ini komoditas yang dihasilkan lebih beragam, sehingga menyediakan lebih banyak pilihan sumber pangan dan penghasilan bagi masyarakat.

Jenis teripang yang dikembangkan dikepulauan sapeken khususnya di desa Pagerungan dan sadulang adalah teripang putih atau teripang pasir (*Holothuria scabra*). jumlah Pembudidaya yang ada sampai saat ini adalah 10 pembudidaya dan masing-masing pembudidaya memiliki 1 keramba dengan jumlah total bibit yang dimiliki adalah 25.000 bibit.

Dengan jumlah bibit dan keramba yang dapat dikatakan banyak kami (tim IBW CSR dan KEI) optimis dalam waktu dua tahun kedepan Pagerungan kecil akan menjadi sntra teripang di kecamatan Sapeken bahkan Sumenep. Untuk mendukung hal tersebut saat ini sedang kita persiapkan Himpunan Pembudidaya teripang Kepulauan Sapeken. Model budidaya yang seperti ini diharapkan nantinya akan dapat merubah pola masyarakat yang asalnya pemburu menjadi pembudidaya. Hal ini senada dengan yang disampaikan oleh Stacy dalam (S. H. Nurwidodo, Abdulkadir Rahardjanto, Husamah, Mas'odi, 2017).Eksplorasi untuk tujuan komersil terhadap teripang telah berlangsung paling tidak sejak seribu tahun yang lalu. Teripang sebagai komoditas perdagangan sudah dikenal sejak lama.



Gambar 2. Keramba teripang dan rumput laut terintegrasi (sumber: dokumentasi pribadi)

Oleh karena itu perubahan pola dari pemburu ke pembudidaya itu sangat penting. Hal ini karena Teripang diprediksi akan menjadi komoditas unggulan di masa mendatang untuk dikirim ke negara lain seperti Hongkong, Singapura dan Taiwan, tentu jika sudah menjadi barang impor akan bernilai ekonomis tinggi dan dapat menjadi mata pencaharian tetap masyarakat setempat tanpa merusak alam.

P-IRT

Budidaya rumput laut yang selama tiga tahun ini dilakukan pendampingan telah mengalami banyak kemajuan. Pada awalnya rumput laut yang dihasilkan oleh masyarakat desa sadulang dan Pagerungan kecamatan sapeken jauh dari harapan. Harga jual yang diperoleh oleh pembudidaya sangat jauh dari harapan. Setelah dilakukan pendampingan oleh tim IBW CSR (UMM, STKIP PGRI Sumenep dan KEI) perlahan mulai memberikan harapan akan keinginan dan kesejahteraan masyarakat.pada awalnya rumput laut tersebut hanya dijual mentah baik dalam keadaan basah ataupun kering. Akan tetapi saat budidaya rumput laut tersebut telah menjadi bahan olahan/ makanan (jenang, ceker rumput laut, dodol rumput laut, wingko, bakso, tortilla, manisan, tepung) serba dari rumput laut. Hasil olahan dari rumput laut kini telah menjadi produk unggulan SKK Migas KEI ltd. Bahkan masyarakat mulai merasakan dampak positif dari program itu dan mulai berlomba-lomba mengikuti pelatihan-pelatihan yang dilakukan oleh tim (Aremamedia.com, 2017).

Proses pengolahan tersebut menggunakan alat yang beteknologi tinggi untuk menghasilkan kualitas yang baik dan sesuai harapan. Langkah selanjutnya agar hasil produksi yang telah dihasilkan dapat dipasarkan ke masyarakat luas maka harus memiliki izin terpadu yang dikeluarkan oleh dinas terkait. Dalam hal ini Dinas Kesehatan. Seperti yang diamanatkan pada Peraturan kepala badan pengawas obat dan makanan republik indonesia nomo HK.03.1.23.04.12.2205 tahun 2012 Tentang pedoman pemberian sertifikat produksi Pangan industri rumah tangga pasal 1 ayat 7 dikatakan Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga, yang selanjutnya disingkat CPPB-IRT adalah cara produksi yang memperhatikan aspek keamanan pangan bagi IRTP untuk memproduksi pangan agar bermutu, aman dan layak dikonsumsi (Bpom, 2013).



Gambar 3. Contoh peralatan mitra berupa oven dan alat pengaduk (Sumber: Dokumentasi pribadi).

Mengacu pada peraturan KBPOM diatas pula dari seluruh pembudidaya rumput laut sekitar 70% telah memiliki P-IRT, sehingga hasil produksi pangan yang dibuat oleh masyarakat dapat dipasarkan secara resmi kepada masyarakat Luas.

SIMPULAN

Keterlaksanaan atau keberhasilan pengabdian didasarkan pada terpenuhinya indikator-indikator proses pengabdian (keikutsertaan dalam pelatihan, keberhasilan memperoleh P-IRT dan keberhasilan mengimplementasikan integrasi budidaya rumput laut dengan teripang. Kegiatan pengabdian dievaluasi dalam hal proses dan akhir kegiatan. Kegiatan pengabdian dianggap telah berhasil bila persentase capaian masyarakat mencapai $\geq 75\%$. Adapun hasil kegiatan adalah mitra antusias terlibat (81%), 70% telah memperoleh PIRT, dan 90% berhasil mengimplementasikan budidaya rumput laut terintegrasi budidaya teripang. Dapat disimpulkan bahwa pengabdian masyarakat telah diimplementasikan sesuai dengan rencana dan berjalan dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian ini merupakan skim IbW-CSR yang didanai oleh KEMENRISTEKDIKTI tahun 2016-2018 dan bekerjasama dengan Kangean Energy Indonesia (KEI ltd). Oleh karena itu kami menyampaikan terima kasih kepada KEMENRISTEKDIKTI, Presiden KEI ltd, Manajer KEI Area Surabaya, Tim Comdev KEI, dan Tim Lapangan KEI di Pagerungan. Terima kasih pula kepada para mitra (petani) atas kerjasama yang baik, Pimpinan Universitas Muhammadiyah Malang dan STKIP PGRI Sumenep atas izin dan dukungan pelaksanaan pengabdian ini.

DAFTAR RUJUKAN

Aremamedia.com. (2017). Digandeng Kemenristekdikti, UMM Beri Pendampingan Nelayan Sapeken – Arema Media. Retrieved September 16, 2018, from <http://www.aremamedia.com/digandeng-kemenristekdikti-umm-beri-pendampingan->

-
- nelayan-sapeken/
Bpom. (2013). Badan pengawas obat dan makanan republik indonesia. *Bpom*, 1–16.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Illouz, C. (2013). *Kepulauan Kangean: Sebuah Penelitian Terpadu*. KPG (Kepustakaan Populer Gramedia) bekerja sama dengan École française d'Extrême-Orient (EFO), Université de La Rochelle. Retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=oClIDwAAQBAJ>
- Kelautan, M., Perikanan, D. A. N., & Indonesia, R. (2015). Peraturan Menteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 2/Permen-Kp/2015. *Larangan Penggunaan Alat Penangkapan Ikan Pukat Hela (Trawls) Dan Pukat Tarik (Seine Nets) Di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia*.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Nazir, M. (1988). *Metode Penelitian*. Koleksi Buku UPT Perpustakaan Universitas Negeri Malang (Vol. 0). Retrieved from <http://library.um.ac.id/free-contents/printbook5.php/koleksi-digital-perpustakaan-32059.html>
- Nurwidodo, Abdulkadir Rahardjanto, Husamah, Mas'odi, H. (2018). *MODEL PENDAMPINGAN MASYARAKAT KEPULAUAN*.
- Nurwidodo, Abdulkadir Rahardjanto, Husamah, Mas'odi, S. H. (2017). *Buku panduan Mudahnya Budidaya Teripang (terintegrasi dengan rumput laut)*.
- Nurwidodo, N., Rahardjanto, A., Husamah, H., & Mas'odi, M. (2017). Pendampingan pembuatan aneka olahan rumput laut sebagai upaya penguatan ekonomi masyarakat Kepulauan Sapeken Sumenep. In *SENASPRO 2* (pp. 700–714). Malang: DPPM UMM dan UMM Press.
- Nurwidodo, N., Rahardjanto, A., Husamah, H., Mas'odi, M., & Mufrihah, A. (2017). Potentions, obstacels, and strategy in collaboration based developing seaweed cultivation at Sapeken Islands, Sumenep Regency. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL III TAHUN 2017*, 350–360.
- Sukandar, Handayani, M., Dewi, C. S. U., Harsindhi, C. J., Maulana, A. W., Supriyadi, & Bahroni, A. (2016). Profil Desa Pesisir Provinsi Jawa Timur Volume 3 (Kepulauan Madura), 1–177.
- Suparmi, & Sahri, A. (2009). Mengenal Potensi Rumput Laut : Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut Dari Aspek Industri Dan Kesehatan. *Sultan Agung, XLIV(118)*, 95–116. Retrieved from <http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/majalahilmiahsultanagung/article/view/252/228>

Pengaruh Penerapan RQA (*Reading, Questioning, and Answering*) terhadap Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa

Ahya Mujahidin¹, Eko Sri Sulasmi²

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Pascasarjana, Universitas Negeri Malang

² Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Malang

Email: ahyamujahidin@gmail.com

Abstrak

Penelitian bertujuan mengkaji pengaruh strategi pembelajaran RQA (*Reading, Questioning, and Answering*) terhadap hasil belajar kognitif mahasiswa. Rancangan penelitian yang digunakan adalah quasi eksperimen dengan *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group Design*. Sampel penelitian adalah mahasiswa S1 Prodi Pendidikan IPA peserta matakuliah Keanekaragaman Makhluk Hidup sebanyak satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol, masing-masing kelas dua puluh orang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan RQA berpengaruh positif terhadap hasil belajar kognitif mahasiswa.

Kata Kunci

RQA,
Pre-Test,
Post-Test,
Hasil Belajar Kognitif

PENDAHULUAN

Mahasiswa Program Studi S1 Pendidikan IPA ialah mahasiswa yang dipersiapkan menjadi tenaga pendidik (guru) yang bertugas membelajarkan IPA. Menurut UU Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen, pada pasal 10 ayat 1 menyatakan bahwa Kompetensi guru meliputi kompetensi pedagogik, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial, dan kompetensi profesional. Penelitian ini berfokus pada kajian kompetensi profesional yang diharapkan ada pada mahasiswa calon pendidik IPA.

Kompetensi Profesional adalah kompetensi pendidik pada aspek penguasaan materi pembelajaran secara luas dan mendalam, yang mencakup penguasaan materi kurikulum mata pelajaran di sekolah dan substansi keilmuan yang menaungi materinya, serta penguasaan terhadap struktur dan metodologi keilmuannya. Materi pada matakuliah Keanekaragaman Makhluk Hidup pada Program Studi S1 Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang cukup luas dan padat. Kondisi tersebut memerlukan adanya strategi pembelajaran agar mahasiswa calon pendidik mampu menguasai materi pembelajaran pada matakuliah Keanekaragaman Makhluk Hidup. Strategi pembelajaran yang dapat digunakan beragam jenisnya, salah satunya adalah RQA (*Reading, Questioning, and Answering*).

Reading, Questioning, and Answering (RQA) merupakan strategi pembelajaran yang berlandaskan pada teori pembelajaran konstruktivisme dan baru dikembangkan (Bahtiar, 2013). Implementasi RQA terbukti mampu memaksa para siswa untuk membaca materi yang ditugaskan, sehingga model pembelajaran yang dirancang dapat terlaksana dan pemahaman terhadap materi pembelajaran berhasil ditingkatkan hampir 100% (Corebima, 2009). Haerullah & Usman (2013) menyatakan bahwa RQA dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa. Priantari (2014) RQA dipadu TPS memberikan pengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis mahasiswa dengan rata-rata skor nilai sebesar 8,7 %.

Diterima:

16 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

21 Desember 2018

Iqbal & Hariyadi (2015) menyatakan mahasiswa yang menerapkan RQA menghasilkan rata-rata nilai lebih tinggi daripada mahasiswa yang tidak, dengan nilai rata-rata hasil belajar sebesar 83,1 pada kelas eksperimen dan 79,4 pada kelas kontrol. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh strategi pembelajaran RQA (*Reading, Questioning, and Answering*) terhadap hasil belajar kognitif mahasiswa.

METODE

Rancangan penelitian dalam penelitian ini adalah rancangan penelitian Eksperimen Semu. Desain penelitian yang digunakan adalah *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group Design*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Oktober 2017 di FMIPA Universitas Negeri Malang. Populasi penelitian ini adalah mahasiswa program studi strata 1 Pendidikan IPA. Sampel pada penelitian ini terdiri dari kelas kontrol dan kelas eksperimen, masing-masing berjumlah dua puluh. Data penelitian ini berupa data kuantitatif. Data dianalisis dengan menghitung persentase rata-rata nilai pretest dan posttest dari masing-masing kelas. Analisis data tersebut diperkuat dengan Uji-T perbandingan nilai hasil belajar kognitif mahasiswa.

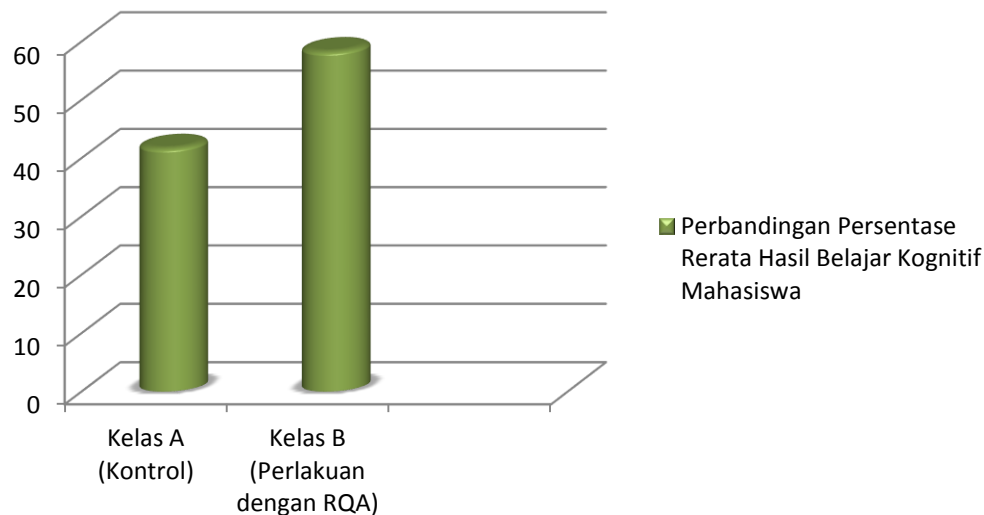
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil belajar kognitif dengan menggunakan strategi pembelajaran RQA lebih tinggi daripada hasil belajar kognitif yang tidak menggunakan strategi pembelajaran RQA, sebagaimana dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Komparasi Nilai Hasil Belajar antara Kelas Kontrol dan Kelas Perlakuan

Kode Mahasiswa Kelas A (Kontrol)	Nilai Hasil Belajar	Kode Mahasiswa Kelas B (Perlakuan-RQA)	Nilai Hasil Belajar
A1	57.5	B1	67.5
A2	55.0	B2	67.5
A3	62.5	B3	75.0
A4	57.5	B4	75.0
A5	55.0	B5	67.5
A6	57.5	B6	67.5
A7	47.5	B7	70.0
A8	60.0	B8	75.0
A9	50.0	B9	65.0
A10	60.0	B10	82.5
A11	52.5	B11	67.5
A12	62.5	B12	70.0
A13	60.0	B13	70.0
A14	55.0	B14	70.0
A15	60.0	B15	77.5
A16	50.0	B16	75.0
A17	55.0	B17	67.5
A18	57.5	B18	67.5
A19	52.5	B19	72.5
A20	65.0	B20	65.0
Rata-rata (Kelas A)	56.62 (41.7 %)	Rata-rata (Kelas B)	70.75 (58.3 %)

Persentase hasil belajar yang menggunakan strategi pembelajaran RQA menunjukkan angka 58,3%, sedangkan hasil belajar yang tidak menggunakan strategi pembelajaran RQA menunjukkan angka 41,7%. Data tersebut dapat diartikan bahwa selisih persentase rerata hasil belajar kognitif cukup tinggi, yaitu sebesar 16,6%.



Gambar 1. Diagram Perbandingan Persentase Rerata Hasil Belajar Kognitif

Hasil uji statistik menggunakan Uji-T menunjukkan bahwa t_{hitung} (13,37991) lebih besar dari $t_{tabel 0,05 (38)}$ (2,0244). Keputusan dari uji ini adalah menerima hipotesis penelitian yaitu terdapat pengaruh positif penerapan strategi pembelajaran RQA terhadap hasil belajar kognitif mahasiswa.

Salah satu sintak dari RQA yaitu *Questioning*, kegiatan mahasiswa pada tahap ini adalah dengan mengajukan pertanyaan yang muncul dari pikirannya setelah melewati tahapan sebelumnya yaitu *Reading*. Dengan cara ini mahasiswa akan tetap fokus membaca dan mengingat materi dengan lebih baik, pertanyaan yang dituliskan bukanlah pertanyaan yang jawabannya sudah ada dalam ringkasan, pendahuluan, atau kesimpulan. Bahan acuan untuk membuat pertanyaan adalah 5 W (*What, When, Where, Why, Whose*) dan 1 H (*How*). Substansi yang ditanyakan adalah yang penting atau sangat penting terkait dengan materi bacaan yaitu protista dan jamur. Jumlah pertanyaan disesuaikan dengan pokok bahasan, seluruh pertanyaan itu dibuat secara tertulis dan bersifat individual.

Menurut Priantari (2014) bahwa pertanyaan merupakan suatu cara yang paling mudah untuk menantang pola-pola berpikir kreatif dan kritis. Pada penelitian ini mahasiswa membuat pertanyaan dan membuat jawaban secara mandiri di rumah. Menurut Nurhadi,dkk., (2004), bertanya merupakan salah satu landasan pembelajaran kontekstual, bertanya dapat digunakan oleh siswa secara aktif dan kritis untuk berpikir dalam menggali informasi serta memecahkan ide-ide atau gagasan yang telah mereka miliki sebelumnya.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa strategi pembelajaran RQA mampu meningkatkan hasil belajar kognitif mahasiswa S1 Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang. Penerapan strategi tersebut dapat membuat mahasiswa bekerja mandiri dan memahami istilah-istilah penting dalam materi protista dan jamur. Bahtiar (2013) menyatakan bahwa membaca (*reading*), membuat pertanyaan yang substansial (*questioning*), dan

menjawab pertanyaan (*answering*) merupakan proses kognitif yang penting dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Secara individual siswa memang “dipaksa” secara serius membaca serta memahami isi bacaan, selanjutnya berupaya menemukan bagian dari isi bacaan yang substansial atau sangat substansial. Apabila isi bacaan yang substansial atau sangat substansial telah ditemukan, pebelajar siap membuat pertanyaan yang mewakili isi bacaan dan menjawabnya (Corebima, 2009).

SIMPULAN

Simpulan dari penelitian ini adalah penerapan strategi pembelajaran RQA (*Reading, Questioning, and Answering*) mampu meningkatkan hasil belajar kognitif mahasiswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada beberapa pihak yang telah membantu selama penelitian ini dilaksanakan, antara lain asisten dosen dan mahasiswa peserta matakuliah Keanekaragaman Makhluk Hidup.

DAFTAR RUJUKAN

- Bahtiar. 2013. Potensi Pembelajaran yang Memadukan Strategi Think Pairs Share (TPS) dan Reading Questioning and Answering (RQA) untuk Meningkatkan Sikap Sosial dan Penguasaan Konsep Biologi Siswa SMA Multietnis di Ternate. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 1-7.
- Corebima, A. D. 2009. Pengalaman Berupaya Menjadi Guru Profesional. *Pidato Pengukuhan Guru Besar pada FMIPA UM*. Disampaikan pada Sidang Terbuka Senat UM, tanggal 30 Juli 2009. Malang: UM.
- Haerullah, A., & Usman, F.H. 2013. Pengaruh Penerapan Model Reading, Questioning, and Answering (RQA) terhadap Pengetahuan Metakognitif Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 2 Kota Ternate. *Jurnal Bioedukasi* 2(1), 180-184.
- Iqbal, M., & Hariyadi, S. 2015. Pengaruh Implementasi Strategi RQA (Reading, Questioning, Answering) pada Mata Kuliah Pengantar Teknologi Informasi dalam Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains Tahun 2015 Unesa*.
- Priantari, I. 2014. Pengaruh Strategi RQA Dipadu dengan TPS terhadap kemampuan berpikir Kritis Mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Jember Mata Kuliah Genetika Tahun Akademik 2012-2013. *Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS*.
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen.

Media Baca Masyarakat: Pengembangan Booklet Berbasis Hasil Penelitian

Andika Septiana Indrawati, Trio Ageng Prayitno

IKIP Budi Utomo Malang

Email: trioageng@gmail.com

Abstrak

Whitish or mucus discharge is clear and odorless and colorless in the vagina. One of the causes is the fungus *Candida albicans*. *Candida albicans* growth can be inhibited with *Mentha arvensis* L. leaf extract. Extracts of *Mentha arvensis* L. plant leaves contain an antimicrobial compounds. Batu City community especially women of childbearing age often experience vaginal discharge. As many 40% community women of childbearing age in the Batu City detected have vaginal discharge. One of the media that can introduce the benefits of the *Mentha arvensis* L. plant is the booklet. They do not yet know that whitish disease can be treated with *Mentha arvensis* L. leaf extract. one of the media that can introduce the benefits of the *Mentha arvensis* L. plant is a booklet. This research aims to produce a booklet on research "Mint Leaf Barrier Extract (*Mentha arvensis* L.) on Growth of *Candida albicans* Fungus". The research method using Research and Development (R & D) with Borg and Gall modified model from stage 1 until 7 because of the limitations of development. The results research and development showed the booklet is valid categories by the expert team. The public provides a valid value on the booklet because it is practical, efficient and easy to understand and based on the result of research. Based on descriptin above, it can be concluded that the developed booklets are categorized as valid and suitable for use by public as a media to read about the benefits leaves of *Mentha arvensis* L. as a barrier on growth of *Candida albicans* fungus that cause vagina discharge.

Kata Kunci:

vaginal discharge,
booklet,
Borg and Gall

PENDAHULUAN

Keputihan merupakan permasalahan organ reproduksi wanita. Bagi mayoritas wanita, keputihan bukan hal yang asing lagi dan sudah menjadi permasalahan sejak lama. Banyak wanita Indonesia yang meremehkan keputihan mereka, hal ini disebabkan kurangnya pengetahuan mereka mengenai penyakit keputihan yang dapat berakibat fatal apabila terlambat ditangani (Badaryati, 2012). Organ reproduksi merupakan daerah lebih mudah berkeringat, lembab, dan kotor, sehingga jamur dan bakteri banyak tumbuh ditempat tersebut. Keputihan dapat dipicu oleh perilaku dari individu itu sendiri. Perilaku buruk dalam menjaga organ intimnya misalkan, penggunaan celana ketat, membilas organ reproduksi dengan air kotor, jarang

Diterima:

14 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

17 Oktober 2018

mengganti celana dalam, dan jarang mengganti pembalut. Jadi, factor penting dalam pencegahan keputihan adalah perilaku dalam menjaga organ reproduksi. Keputihan di bidang medis dikenal dengan istilah *leukorrhea* atau *fluor albus*, yaitu keluarnya cairan bening atau putih kekuningan dari vagina, berbau maupun tidak, disertai rasa gatal pada bagian luar vagina (Badaryati, 2012). *Leukorrhea* dapat dibedakan menjadi dua diantaranya *leukorrhea* normal (fisiologis) dan *leukorrhea* abnormal (patologis). *Leukorrhea* fisiologis yaitu keputihan yang bening, tidak berbau dapat terjadi pada masa menjelang menstruasi, pada sekitar fase sekresi antara hari ke 10-16 menstruasi, stress, hamil, dan konsumsi obat hormonal atau pil KB. *Leukorrhea* abnormal terjadi karena keluarnya keputihan berwarna putih susu atau putih kekuningan, hingga kehijauan, menimbulkan rasa gatal dan panas pada bagian luar vagina (Harmanto, 2006).

Data BKKBN Kota Batu menunjukkan persentase Wanita Usia Subur yang terdeteksi mengalami keputihan sekitar 40% dengan jumlah 13.844 orang dari 34.613 orang (BKKBN Kota Batu, 2016). Penyebab keputihan yaitu adanya infeksi oleh jamur *Candida*. Keputihan dapat dijadikan indikasi kelainan yang berupa infeksi polip leher Rahim, adanya benda asing, sampai yang paling ganas yaitu adanya tumor ataupun kanker pada diri wanita (Kasdu, 2005).

Salah satu upaya meminimalisir terjadinya penyakit keputihan pada organ reproduksi wanita yang disebabkan oleh jamur *Candida albicans* adalah pemanfaatan ekstrak daun mint (*Mentha arvensis* L). Tanaman *Mentha arvensis* L terutama pada daunnya memiliki minyak atsiri 1-2 % yang didalamnya terdapat senyawa kimia mentol 80-90% dan menthone. Selain dari senyawa kimia tersebut daun mint juga mengandung flavonoid, tannin, dan saponin sebagai antibakterial serta antifungi atau secara garis besar sebagai antimikroba atau antibiotic (Depkes RI, 1978). Sehingga banyak diluar sana yang memanfaatkan daun mint sebagai antibacterial salah satunya digunakan sebagai bahan pembuatan pasta gigi atau obat kumur alami (Adi, 2007). Dalam penelitian lain ekstrak dari daun mint tidak hanya sebagai antibiotic sebagai antioksidan, anticytotoxic serta aktivitas analgesic (Biswas dkk, 2014).

Hasil penelitian Andika dan Prayitno (2018) menunjukkan bahwa ekstrak daun mint *Mentha arvensis* L. dapat menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*. Ekstrak daun mint yang paling efektif pada konsentrasi 100%. Akan tetapi, permasalahannya adalah tidak banyak masyarakat Indonesia mengetahui potensi tanaman mint *Mentha arvensis* L. dalam menghambat jamur *Candida albicans* penyebab keputihan. Masyarakat hanya mengenal tanaman mint sebagai bahan obat kumur maupun pasta gigi serta sebagai bahan makanan, namun yang dikenal oleh kebanyakan masyarakat Indonesia adalah tanaman *peppermint*.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka diperlukan pengembangan sebuah media untuk membagikan pengetahuan kepada masyarakat mengenai potensi serta manfaat tanaman mint *Mentha arvensis* L. dalam menangani serta menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans* penyebab keputihan. Salah satu inovasi pengembangan tersebut adalah pengembangan *Booklet* berbasis hasil penelitian dengan menggunakan model Borg and Gall (1983)

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan booklet berbasis hasil penelitian daya hambat ekstrak daun mint *Mentha arvensis* L. terhadap pertumbuhan jamur *Candida albicans*. Model pengembangan booklet berbasis hasil penelitian yang digunakan adalah model pengembangan Borg and Gall dengan 7 tahapan pengembangan, antara lain. (1) *Research and informasion collecting*. (2) *Planning*. (3) *Develop preliminary from of product*. (4) *Preliminary field testing*. (5) *Main Product revision*. (6) *Main field testing*. (7) *Opersional product revision*.

Booklet yang dikembangkan perlu diujikan kepada para ahli dan pengguna agar dapat diketahui tingkat validitas media yang akan dikembangkan serta daya tarik dari booklet. Uji dilakukan kepada ahli materi serta ahli media. Validator ahli materi merupakan dosen IKIP Budi Utomo Malang yang memiliki keahlian dalam bidang Mikrobiologi dan validator ahli media merupakan dosen IKIP Budi Utomo Malang yang memiliki keahlian dalam bidang pengembangan media pembelajaran. Uji lapangan dilakukan kepada 10 orang responden masyarakat Desa Pendem yang dipilih secara acak untuk mengetahui daya tarik masyarakat terhadap *booklet* yang dikembangkan. Analisis data yang digunakan merupakan analisis deskriptif kualitatif untuk mengolah data dari hasil uji lapangan pendahuluan yang dilakukan oleh para ahli serta uji lapangan utama.

Teknik analisis data dilakukan dengan cara mengumpulkan informasi-informasi dari data kualitatif berupa komentar dan saran dari para ahli pada uji lapangan pendahuluan dan para responden pada uji lapangan utama. Skor angket menggunakan skala likert, data skor yang diperoleh akan diformulasikan serta hasilnya akan disesuaikan dengan kriteria kevalidan data angket penilaian validator. Data kualitatif merupakan kritis dan saran yang diberikan oleh validator ahli serta responden direvisi kembali.

$$P = \frac{\sum x}{\sum n} \times 100 \%$$

Keterangan:

P : Prosentase

$\sum x$: Jumlah skor jawaban reponden dalam satu aspek

$\sum n$: Jumlah skor ideal dalam satu aspek

100% : Konstanta

Tabel 1 Kriteria Kevalidan Data Angket Penilaian Booklet

Skala Penilaian Kevalidan	Keterangan
81%-100%	Sangat baik/ sangat valid (tidak revisi)
61%-80%	Cukup baik/ valid (tidak revisi)
31%-60%	Kurang baik/ Kurang baik (revisi)
0%-30%	Sangat kurang baik/ sangat kurang valid (revisi)

(Sumber : Suwastono (dalam Prayitno, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Research and Information Collecting

a. *Information Collecting*

Hasil dari pengumpulan data selama 1 bulan (Agustus 2017) yang dilakukan pertama kali adalah menelaah permasalahan yang kini tengah dihadapi oleh masyarakat Kota Batu dan ditemukaannya permasalahan keputihan yang didapatkan

data dari pihak humas BKKBN Kota Batu. Pada tahun 2016 BKKBN Kota Batu membagikan data kepada peneliti bahwa 40% dari jumlah WUS (Wanita Usia Subur) Kota Batu mengalami keputihan. Selain masalah keputihan masyarakat Kota Batu juga tidak mengetahui potensi lain yang dimiliki oleh tanaman *Mentha* selain digunakan sebagai bahan makanan maupun bahan kesehatan mulut (pasta gigi dan obat kumur). Setelah menemukan permasalahan maka dilakukannya kajian-kajian teori mengenai topik yang sesuai dengan permasalahan serta akan dibahas pada penelitian ini, selain itu kajian terhadap hasil-hasil dari penelitian terdahulu juga dilakukan, mengenai penelitian laboratoris yang akan dilakukan maupun penelitian pengembangannya.

b. Research

Melakukan penelitian yang akan dijadikan materi pengembangan serta menyesuaikan dengan penelitian dengan yang pernah dilakukan sebelumnya. Berupa pengujian adanya daya hambat ekstrak daun *Mentha arvensis* L. terhadap pertumbuhan jamur *Candida albicans*. Penelitian dilakukan di laboratorium mikrobiologi IKIP Budi Utomo Malang. Hasil penelitian menunjukkan adanya daya hambat ekstrak daun *Mentha arvensis* L. terhadap pertumbuhan jamur *Candida albicans*.

Planning

Bedasarkan hasil dari tahap *Research and Information Collecting* merencanakan pengembangan sebuah *booklet* yang bertujuan sebagai salah satu media baca yang menarik serta pengetahuan kepada masyarakat tentang potensi serta manfaat daun tanaman mint (*Mentha arvensis* L.) sebagai penghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans* penyebab keputihan. *Booklet* yang dikembangkan berjudul “Tanaman Mint Penghambat Tumbuhnya Jamur Penyebab Keputihan”

Develop Preliminary Form of Product

Booklet yang telah direncanakan pada tahap sebelumnya mempunyai draf yang sesuai dengan kriteria booklet yang tegas, jelas, mudah di mengerti dan menarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa booklet adalah media grafis dalam bentuk buku yang memuat beberapa tulisan dan gambar. Penyusunan draft dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini

Tabel 2. Penyusunan Draft Booklet

Bagian Booklet	Deskripsi Bagian Booklet	Halaman
Bagian I (Pertama)	1. Cover	Tanpa halaman
Bagian II (Kedua)	1. Halaman Kosong	Tanpa halaman
	2. Halaman judul dan identitas singkat penulis	Tanpa halaman
Bagian III (Ketiga)	Materi	
	1. Definisi penyakit keputihan	1
	2. Latar belakang pembahasan topic	1
	3. Jenis dan ciri-ciri penyakit keputihan	2
	4. Mikroba penyebab Keputihan	3
	a. Klasifikasi <i>Candida albicans</i>	
	b. Habitat <i>Candida albicans</i>	

	c. Gambar Koloni <i>Candida albicans</i>	
5.	Potensi daun <i>Mentha arvensis</i> L. dalam mengatasi masalah keputihan	4
	a. Klasifikasi <i>Mentha arvensis</i> L.	5
	b. Morfologi <i>Mentha arvensis</i> L.	6
	c. Budidaya <i>Mentha arvensis</i> L.	7
	d. Memanen <i>Mentha arvensis</i> L.	8
	e. Pembuatan ekstrak daun <i>Mentha arvensis</i> L.	9
	f. Perlakuan ekstrak daun <i>Mentha arvensis</i> L. pada biakan <i>Candida albicans</i>	10
	g. Hasil penelitian beserta foto	11
Bagian IV (Keempat)		
	1. Daftar Rujukan	12
	2. Ucapan terimakasih	13

Pemilihan media *booklet* karena media yang memiliki kelebihan mudah dibawa, praktis, sederhana, banyak gambar yang membuat masyarakat lebih tertarik untuk membaca, belajar mandiri dan mudah memahami.

Preliminary Field Testing

Tahap *preliminary field testing* merupakan tahap validasi oleh validator ahli materi dan media. *Booklet* yang berjudul "Tanaman Mint Penghambat Tumbuhnya Jamur Penyebab Keputihan" diujikan pada ahli materi dan media pembelajaran. Ahli materi merupakan orang yang memiliki kapabilitas pada materi *booklet* yang dikembangkan.

Validasi media *booklet* oleh ahli materi dilakukan oleh Ibu Ismi Nurul Qomariyah, M.Pd. selaku dosen program studi Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Eksakta dan Keolahragaan IKIP Budi Utomo Malang dan memiliki keahlian pada bidang mikrobiologi. Serta Bapak As,ad Syamsul Arifin, M.Pd. selaku dosen program studi Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Eksakta dan Keolahragaan IKIP Budi Utomo Malang dan juga memiliki keahlian pada bidang mikrobiologi. Validasi media *booklet* oleh ahli media dilakukan oleh Bapak Primadya Ananyarta, S.Si.,S.Pd.,M.Pd. selaku dosen program studi Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Eksakta dan Keolahragaan IKIP Budi Utomo Malang dan memiliki keahlian pada bidang pembuatan serta pengembangan media. Hasil validasi materi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Prosentase	Kriteria
A. Keputihan :		
1. Pengertian keputihan	87,5%	Sangat Valid
2. Permasalahan keputihan yang terjadi (dengan data)	87,5%	Sangat Valid
3. Jenis-jenis keputihan dan ciri-cirinya	87,5%	Sangat Valid
4. Penyebab keputihan	87,5%	Sangat Valid
B. <i>Candida albicans</i> :		
1. Klasifikasi <i>Candida albicans</i>	100%	Sangat Valid
2. Habitat <i>Candida albicans</i>	100%	Sangat Valid
C. <i>Mentha arvensis</i> L. :		
1. Potensi <i>Mentha arvensis</i> L.	100%	Sangat Valid
2. Kandungan senyawa aktif <i>Mentha arvensis</i> L.	100%	Sangat Valid
3. Klasifikasi <i>Mentha arvensis</i> L.	100%	Sangat Valid
4. Morfologi <i>Mentha arvensis</i> L.	100%	Sangat Valid
D. Budidaya dan pemanenan <i>Mentha arvensis</i> L.		
1. Budidaya <i>Mentha arvensis</i> L. yang sederhana	100%	Sangat Valid
2. Pemanenan daun <i>Mentha arvensis</i> L. yang mudah	100%	Sangat Valid
E. Pemanfaatan <i>Mentha arvensis</i> L. dalam mengambat pertumbuhan jamur <i>Candida albicans</i> :		
1. Pembuatan ekstrak daun <i>Mentha arvensis</i> L.	100%	Sangat Valid
2. Perlakuan ekstrak daun <i>Mentha arvensis</i> L. terhadap biakan <i>Candida albicans</i>	100%	Sangat Valid
3. Efektifitas ekstrak daun <i>Mentha arvensis</i> L. dalam menghambat pertumbuhan <i>Candida albicans</i>	100%	Sangat Valid
Keterkaitan antar topic yang bersifat sistematis	87,5%	Sangat Valid

Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa *booklet* layak digunakan oleh masyarakat. Menurut validator materi bahwa *booklet* yang dikembangkan memiliki yang sederhana dan mudah dipahami oleh masyarakat serta dengan bentuk yang minimalis bisa di bawa dan dibaca saat kapanpun.

Tabel 4. Kriteria Hasil Validasi Media *Booklet* Ahli Materi

Penilai Ahli	Skor	Prosentas	Kevalidan
e			
Ahli Materi 1	64	100%	Sangat Valid
Ahli Materi 2	59	92%	Sangat Valid
Total	123		

Kriteria hasil validasi media *booklet* ahli materi booklet dinyatakan sangat valid serta layak untuk diuji cobakan. Untuk tercapainya tujuan daripada dibuatnya *booklet* tersebut maka sebelum di ujicobakan pada uji lapangan utama, saran perbaikan dari validator perlu untuk dilakukan.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek yang dinilai	Prosentase	Kriteria
a. Bagian Cover			
1.	Desain tampilan depan pada <i>booklet</i> menarik minat baca masyarakat	75%	Valid
2.	Gambar pada cover yang dipilih sesuai dengan judul <i>booklet</i> .	75%	Valid
3.	Untuk tampilan depan yang dipilih menarik.	75%	Valid
4.	Jenis ukuran huruf jelas dan dapat terbaca dengan baik oleh masyarakat.	100%	Sangat valid
b. Bagian Isi			
5.	Penggunaan ukuran huruf tebal dan jenis ukuran lebih besar pada judul topik	100%	Sangat Valid
6.	Penggunaan jenis dan ukuran huruf yang konsisten	100%	Sangat Valid
7.	Gambar, warna dan tata letak dengan isi materi sesuai.	100%	Sangat Valid
8.	Kata-katanya sederhana, memikat dan termotivasi masyarakat untuk baca	100%	Sangat Valid
9.	Materi disajikan secara urut	75%	Valid
10.	Penggunaan media dapat diterima sesuai dengan tingkat perkembangan berpikir masyarakat luas.	75%	Valid
11.	Pesan pada media sesuai dengan tujuan di buatnya <i>booklet</i> dan bisa diterima dengan keinginan masyarakat.	75%	Valid
12.	Kreatif dalam isi <i>booklet</i> tidak rumit.	100%	Sangat Valid
13.	Desain tampilan pada isi materi menarik minat pembaca.	75%	Valid
14.	Penggunaan media secara keseluruhan menarik dan menumbuhkan minat masyarakat untuk belajar.	75%	Valid

Berdasarkan Tabel 5 Hasil dari validasi ahli media. Media *booklet* dinyatakan valid untuk diuji cobakan pada uji lapangan pendahuluan. Menurut validator produk booklet merupakan produk yang sederhana namun berisi konten yang menarik dan sangat penting bagi kesehatan manusia. *Booklet* bagus karena adanya hasil penelitian yang dicantumkan. *Booklet* juga dinyatakan layak digunakan dengan perbaikan dan penyempurnaan terlebih dahulu. Meskipun pada tabel dinyatakan valid atau tidak adanya revisi masih akan dilakukan perbaikan atas saran ahli media yang berupa perbaikan pada bagian cover yang masih kurang sempurna karena tidak dicantumkan gambar dari penyakitnya maupun *Candida albicans* yang merupakan variabel bebas yang diteliti serta tidak di cantumkannya daftar rujukan atas materi yang terdapat didalam *booklet*.

Tabel 6. Kriteria Hasil Validasi Media *Booklet* Ahli Media

Penilai Ahli	Skor	Presentase	Kevalidan
Ahli Media	49	87,5%	Sangat Valid
Total	49		

Berdasarkan Tabel 6 kriteria hasil validasi media menunjukkan tingkat kevalidan hingga 87,5% yaitu sangat valid. kriteria hasil validasi media *booklet* ahli media booklet dinyatakan sangat valid serta layak untuk diuji cobakan. Untuk tercapainya tujuan daripada

dibuatnya *booklet* tersebut maka sebelum di ujicobakan pada uji lapangan utama, saran perbaikan dari validator perlu untuk dilakukan.

Main Product Revision

Berdasarkan hasil pada *preliminary field testing* yang dilakukan dari hasil validasi revisi tersebut merupakan saran dari validator karena dari kriteria *booklet* yang dikembangkan rata-rata berkriteria sangat valid.

Tabel 7. Revisi Berdasarkan Saran Validator

Revisi yang dilakukan	Oleh
Perbaikan mengenai penulisan beberapa kalimat	Validator ahli materi
Penambahan gambar terkait icon <i>Candida albicans</i> /penyakitnya	Validator ahli media
Penambahan daftar rujukan pada <i>booklet</i>	Validator ahli media

Berdasarkan Tabel 7 *booklet* dilakukan sedikit revisi sebagai perbaikan agar dapat di ujicobakan kepada masyarakat dalam uji lapangan pendahuluan.

Main Field Testing

Booklet yang telah di ujikan dan direvisi oleh peneliti pada tahap sebelumnya. Selanjutnya harus diuji lapangan utama sehingga *booklet* dapat diketahui layak atau tidak untuk dipergunakan di masyarakat. Uji lapangan utama diujikan kepada 10 orang responden yang di pilih secara acak (*random sampling*). Hasil uji lapangan utama terhadap *booklet* berjudul “Tanaman Mint Penghambat Tumbuhnya Jamur Penyebab Keputihan” dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Lapangan Utama

No	Aspek yang dinilai	Prosentase	Kriteria
1.	Tampilan secara keseluruhan pada <i>booklet</i> menarik dan merasa termotivasi untuk belajar	80%	Valid
2.	Gambar pada <i>cover</i> sesuai dengan materi dan menarik.	95%	Sangat valid
3.	Judul <i>booklet</i> jelas dan dapat menarik minat pembaca	85%	Sangat valid
4.	Penggunaan Bahasa Indonesia dalam <i>booklet</i> baik dan benar	90%	Sangat valid
5.	Penyajian materi <i>booklet</i> tersusun secara sistematis.	77,5%	Valid
6.	Materi dan bahasa yang disajikan sesuai dan mudah dipahami	77,5%	Valid
7.	Materinya dilengkapi dengan gambar pendukung untuk memudahkan pemahaman pembaca	100%	Sangat valid
8.	Terdapat gambar yang jelas dan mudah dipahami	90%	Sangat valid
9.	Kebenaran dalam penulisan nama ilmiah dan bahasa asing	90%	Sangat valid
10.	Adanya keterkaitan antar topik	95%	Sangat valid
11.	<i>Booklet</i> dilengkapi dengan cara kerjanya	90%	Sangat valid
12.	<i>Booklet</i> yang dibaca dapat membantu permasalahan	72,5%	Valid

13.	Pemantapan konsep (materi dilengkapi dengan hasil penelitian)	95%	Sangat valid
14.	Materi yang digunakan banyak berasal dari jurnal.	90%	Sangat valid

Berdasarkan Tabel 8 Hasil uji lapangan utama dengan responden sebanyak 10 orang masyarakat Desa Pendem di dapatkan data dengan rata-rata kriteria sangat valid untuk pengembangan booklet berbasis penelitian. Saran yang diberikan oleh responden adalah saran untuk mempublikasikan booklet tersebut, karena dalam isi booklet terdapat informasi kesehatan yang penting untuk di komunikasikan lebih luas untuk masyarakat. Selain itu, adanya alangkah-lagkah pembudidayaan dapat dibagikan kepada masyarakat luas, mengingat bahwa masyarakat banyak yang belum tahu tentang jenis tanaman *Mentha* yang dijadikan bahan penelitian. Namun atas saran responden, perlunya untuk melakukan penelitian lanjutan sehingga tanaman mint (*Mentha arvensis* L.) dapat dimanfaatkan dengan mudah.

Operational Product Revision

Berdasarkan hasil uji lapangan utama, pembuatan *booklet* tidak membutuhkan banyak revisi karena apa yang tercantum didalam *booklet* sesuai dengan apa yang telah dibutuhkan dan diinginkan masyarakat. Bahasa yang sederhana mudah dipahami oleh masyarakat saat membaca *booklet* berbasis hasil penelitian, dengan adanya gambar juga membuat masyarakat lebih mudah mengerti dengan maksud dari dibuatnya *booklet* tersebut.

Menurut responden *booklet* tersebut layak untuk dijadikan sebagai sarana informasi, komunikasi dan sumber belajar yang baru tentang manfaat daun mint (*Mentha arvensis* L.) sebagai alternative tanaman yang dapat mengambat jamur penyebab keputihan pada wanita yaitu *Candida albicans*. Hal ini juga diperkuatkan melalui aspek yang dinilai seperti tampil secara keseluruhan kemenarikan dari cover maupun isi mampu meningkatkan minat baca masyarakat selain itu materi yang digunakan juga menarik karena dari hasil penelitian serta banyak disertai gambar sehingga pembaca tidak merasa bosan untuk membacanya, dan medianya berukuran kecil dan sederhana sehingga bisa dibawa kemana saja Hal ini menunjukkan *booklet* yang digunakan oleh masyarakat pada umumnya telah memenuhi kriteria kevalidan *booklet*. Sesuai dengan pernyataan Suleman (1998) bahwa *booklet* adalah media komunikasi lini bawah, yang mempunyai beberapa kriteria, penggunaan kalimat pendek, sederhana, ringkas, singkat, menggunakan huruf besar dan tebal tidak kurang dari 10 pt, dengan bahasa yang ekonomis. Serta didukung dengan kelebihan *booklet* yang dikemukakan oleh Ewles (1994), 1) pengguna dapat menyesuaikan dari belajar mandiri, 2) pengguna dapat melihat isi saat santai, 3) informasi mudah dibagi kepada keluarga dan teman, 4) mudah dibuat, diperbanyak, diperbaiki, serta mudah disesuaikan, 5) memperingkas catatan, 6) Dapat dibuat secara sederhana dan murah, 7) awet, 8) daya tampung lebih luas, 9) dapat diarahkan pada segmen tertentu.

Booklet yang dikembangkan pada penelitian ini berbeda dengan yang dimiliki oleh produk-produk pengembangan yang telah dilakukan oleh penelitian terdahulu seperti : 1)Efektivitas Pendekatan Saintifik dengan Media Booklet Higher Order Thinking terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa SMA di Kabupaten Wajo (Yani *et al*, 2016). 2) Pengembangan Bahan Ajar Sumber Daya Hutan Kelas VII (Utomo, 2016). 3)

Pengembangan Media Booklet Berbasis Sets pada Materi Pokok Mitigasi dan Adaptasi Bencana Alam untuk Kelas X SMA (Pralisaputri, Heribertus dan Chatarina, 2016). 4) Pengembangan Media Pembelajaran Booklet pada Materi Sistem Imun terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMAN 8 Pontianak (Puspita. Arif dan Hanum, 2017). Penelitian-penelitian terdahulu yang disebutkan diatas merupakan pengembangan *booklet* untuk para akademisi di suatu Lembaga Pendidikan, sedangkan penelitian pengembangan ini adalah pengembangan media *booklet* untuk masyarakat luas. Karena sasaran yang berbeda, maka penyusunan dalam *booklet* pun juga terdapat perbedaan, yaitu 1) Bahasa yang digunakan lebih sederhana. 2) Praktis. 3) efisien. 4) mudah dipahami serta 5) Dicantumkan gambar - gambar , hasil penelitian serta prosedur kerja. Dengan demikian masyarakat akan dimudahkan untuk mengolah informasi yang diterima yang berupa penanganan keputihan dengan menggunakan ekstrak daun mint (*Mentha arvensis* L.) dari *booklet* sebagai media baca masyarakat.

Berdasarkan hasil dari pengembangan *booklet* secara keseluruhan diperoleh hasil sesuai dengan yang diinginkan oleh masyarakat. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil validasi tim ahli serta hasil keterbacaan masyarakat yang menyatakan media *booklet* valid serta layak untuk dikembangkan pada masyarakat. Keinginan masyarakat yang dicantumkan kedalam *booklet* sesuai dengan analisis kebutuhan yang dilakukan, bahwa masyarakat Kota Batu khususnya wanita usia subur yang mengalami keputihan tidak mengetahui potensi dari daun mint (*Mentha arvensis* L.) yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans* penyebab keputihan. Pengenalan terhadap tanaman mint (*Mentha arvensis* L.) mereka juga terbatas. Sehingga dalam *booklet* turut dicantumkan morfologi, pembudidayaan dan pemanenan tanaman mint (*Mentha arvensis* L.) hal tersebut membuat masyarakat bisa mengembangkan pengetahuan yang didapat dari *booklet* dan belajar secara mandiri. Sesuai dengan pernyataan Daryanto (2013) secara umum dapat dikatakan media mempunyai manfaat, antara lain : 1) Memperjelas pesan agar tidak terlalu verbalistis, 2) Mengatasi keterbatasan ruang, waktu tenaga dan daya indra, 3) Menimbulkan gairah belajar, interaksi lebih langsung antara pengguna dengan sumber belajar, 4) Memungkinkan pengguna belajar mandiri, 5) Memberi rangsangan yang sama, mempersamakan pengalaman dan menimbulkan persepsi yang sama.

Hasil penelitian dari daya hambat ekstrak daun mint (*Mentha arvensis* L.) terhadap pertumbuhan jamur *Candida albicans* yang dilakukan sebagai dasar dikembangkannya media *booklet*, tercantum didalamnya. Sesuai dengan pernyataan Hanzen (2016) *booklet* yang dikembangkan dari hasil penelitian akan bersifat faktual, masyarakat dengan latar belakang berbeda akan lebih mudah memahami karena materi disajikan secara ringkas dan sistematis serta dilengkapi dengan gambar-gambar yang jelas.

SIMPULAN

Booklet berbasis hasil penelitian melalui model Borg and Gall dinyatakan valid oleh validator ahli materi maupun validator ahli media, serta masyarakat responden keterbacaan *booklet*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *booklet* yang dikembangkan layak digunakan oleh masyarakat Indonesia terutama di Desa Pendem Kota Batu. *Booklet* yang

dikembangkan memiliki kelebihan yaitu: Ukuran yang kecil dan mudah dibawa serta praktis, dapat dibaca disaat apapun, efisien dan bahasa Indonesia yang digunakan mudah dipahami oleh masyarakat Indonesia karena bahasa yang digunakan sederhana, terdapat gambar-gambar yang membantu masyarakat dalam memahami isi dari *booklet*. Selain itu , yang terpenting adalah *booklet* yang dikembangkan didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan sehingga masyarakat mendapat ilmu dan pengetahuan baru. Oleh karena itu, *booklet* dapat digunakan sebagai media baca masyarakat mengenai penanganan permasalahan keputihan yang disebabkan oleh jamur *Candida albicans* dengan menggunakan ekstrak daun mint (*Mentha arvensis* L.). Penelitian ini perlu dilanjutkan agar tahap pengembangan model Borg and Gall tuntas dan *booklet* berbasis hasil penelitian data dipublikasikan kepada masyarakat lua.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Ibu Ismi Nurul Qomariyah, M.Pd. Bapak As,ad Syamsul Arifin, M.Pd dan Bapak Primadya Ananyarta, S.Si.,S.Pd.,M.Pd. yang telah meluangkan waktunya untuk memvalidasi *booklet* kami. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada masyarakat Desa Pendem khususnya Dusun Caru yang menjadi responden keterbacaan *booklet* kami dan telah meluangkan waktu untuk menilai *booklet* kami sehingga kami dapat melaksanakan penelitian dengan baik dan lancar.

DAFTAR RUJUKAN

- Adi, L. T. (2007). *Terapi Herbal berdasarkan Golongan Darah*. Jakarta: Agro Media Pustaka
- Ahadi MR. 2003. *Kandungan Tanin Terkondensasi dan Laju Dekomposisi pada Serasah Daun (Rhizophora mucronata Lamk) pada Ekosistem Tambak Tumpang Sari di Belanakan, Purwakarta, Jawa Barat*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.Bogor.
- Ali, Mohammed Khadem. et al. 2014. *Antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and analgesic activities of ethanolic extract of Mentha arvensis L*. Asian pacific journal of tropical biomedicine. 4(10): 792-797
- Badaryati, Emi. 2012. *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perilaku Pencegahan dan Penanganan Keputihan Patologis pada Siswi SLTA atau Sederajat di Kota Banjar Baru Tahun 2012* .Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Biswas SK and Chaffin WL. 2005. *Anaerobic Growth of Candida albicans doesnot Support Biofilm Formation under Similar Condition Used for Aerobic Biofilm*. Our Mikrobial (epud ehead of print)
- Daryanto, 2013. *Media Pembelajaran Perannya Sangat Penting Dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media
- Deaville ER, Givens DI, dan Harvey MI. 2010. *Chesnut and Mimosa Tannin Silages: Effect in Sheep Differ for Apparent Digestibility, Nitrogen Utilitation and Losses*. Animal Feed Science Technology.157: 129-138.
- Ewles, L., dan Simnett I., (1994). *Promosi kesehatan petunjuk praktis (2nd ed.)*. Yogyakarta: UGM Press
- Fisher, F. dan Cook, B.M., 1998, *Fundamentals of Diagnostic Mycology*, W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Gandjar. 2006. *Mikologi: Dasar Dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia

- Hapsari, Cindy Melinda. 2013. *Efektivitas Komunikasi Media Booklet "Anak Alami" sebagai Media Penyampai Pesan Gentle Brithing Service*. Surabaya: Jurnal E-Komunikasi Vol.1 No.3
- Hadioetomo, Ratna Siri. 1990. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek*. Jakarta : PT Gramedia
- Harmanto, Ning. 2006. *Herbal Dan Jamu (Pengaruh Dan Efek Sampingnya)*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo
- Henzen, W.E Edi, Utami Sri Hastuti, Betty Lukiati. 2016. *Pengembangan Booklet Pembuatan Yogurt Kulit Buah Naga untuk Para Petani Buah Berbasis Hasil Penelitian*. Malang: Jurnal Pendidikan. Vol.1 No.1: 2140-2144
- Indrawati, Andika Septiana dan Trio Ageng Prayitno. 2018. *Daya Hambat Ekstrak Daun Mint (Mentha arvensis L.) terhadap Pertumbuhan Jamur Candida albicans*. Repository Artikel. Program Studi Pendidikan Biologi, FPIEK IKIP Budi Utomo Malang
- Kasdu, Dini. 2005. *Solusi Problem Wanita Dewasa*. Jakarta: Puspa Swara.
- Pelczar & Chan. 1988. *Dasar –dasar Mikrobiologi Jilid 2*. Jakarta : UI Press
- Pelczar, M.J, Roger d Reid, E. C. S Chan. 1977. *Microbiology 4th Edition*. New York: McGraw-Hill Education
- Pralisaputri, Kurnia Ratnadewi, Heribertus Soegiyanto dan Chatarina Muryani. 2016. *Pengembangan Media Booklet Berbasis Sets pada Materi Pokok Mitigasi dan Adaptasi Bencana Alam untuk Kelas X SMA*. Surakarta : Jurnal GeoEco. Vol. 2. No. 2: 147-154
- Prayitno, Trio Ageng dan Nuril Hidayati. 2017. *Pengembangan Multimedia Interaktif Bermuatan Materi Mikrobiologi Berbasis Edmodo Android*. Malang; Bioilmi. Vol.3. No.2
- Puspita, Avisha, Arif Didik Kurniawan, dan Hanum Mukti Rahayu. 2017. *Pengembangan Media Pembelajaran Booklet pada Materi Sistem Imun terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMAN 8 Pontianak*. Pontianak: Jurnal Bioeducation. Vol. 4. No. 1
- Schlegel, Hans G dkk. 1994. *Mikrobiologi Umum Edisi Keenam* (Penerjemah: Prof. Dr. R.M. Tedjo Bakoro). Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Suleman, A.H. (1998). *Media audio visual: Untuk Pengajaran, Penerangan dan Penyuluhan*. Jakarta: PT Gramedia
- Utomo, Muhamad Akhvar Wildan. 2016. *Pengembangan Bahan Ajar Sumber Daya Hutan Kelas VII*. Surakarta : Naskah Publikasi
- Yani, Ahmad, Muhsyanur, Sahriah, Haerunnisa, Sri Salmawati. 2016. *Efektivitas Pendekatan Saintifik dengan Media Booklet Higher Order Thinking terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa SMA di Kabupaten Wajo*. Sengkang: Jurnal Biology Science and Education 2018. Vol. 7 No. 1

Respon Mahasiswa Biologi Setelah Penerapan Strategi Pembelajaran RQA, ADI, RQA dipadu ADI, dan Konvensional

Astuti Muh. Amin¹³, Aloysius Duran Corebima², Siti Zubaidah², Susriyati Mahanal²

¹ Pascasarjana Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Malang.

² Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Malang.

³ Universitas Pejuang Republik Indonesia (UPRI) Makassar, Sulawesi Selatan

Email: astutiamin@gmail.com

Abstrak

Kualitas pembelajaran akan tercapai secara optimal jika pengajar memiliki strategi penyampaian pembelajaran yang efektif, inovatif, kreatif serta kompeten di bidangnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauhmana respon mahasiswa biologi setelah penerapan strategi pembelajaran RQA, ADI, RQA dipadu ADI, dan konvensional. Jenis penelitian ini adalah penelitian survei dengan jenis pendekatan deskriptif kuantitatif. Data penelitian diperoleh dari 92 mahasiswa melalui lembar angket respon mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa menunjukkan respon positif terhadap penerapan strategi pembelajaran RQA (74.74%), ADI (67.47%), RQA dipadu ADI (81.65%). Hal ini mengindikasikan bahwa strategi pembelajaran tersebut sangat berguna untuk membantu peningkatan ketercapaian tujuan dan kualitas pembelajaran.

Kata Kunci

Respon Mahasiswa, RQA, ADI, RQA dipadu ADI, Konvensional.

PENDAHULUAN

Kemampuan untuk belajar mandiri, merupakan salah satu keterampilan hidup yang perlu dimiliki oleh mahasiswa sebagai calon tenaga profesional di bidang pendidikan (Latifah & Milyartini, 2010). Kualitas pembelajaran akan tercapai secara optimal jika pengajar memiliki strategi penyampaian pembelajaran yang efektif, inovatif, kreatif serta kompeten di bidangnya. Mempelajari biologi sebagai salahsatu cabang sains tidak cukup jika dalam proses pembelajarannya peserta didik hanya mencatat, menghafal, meniru apa yang disampaikan pengajar (Al-Farisi & Sa'rani, 2016). Diperlukan keaktifan peserta didik dalam mengkonstruksi sendiri pemahaman mereka mengenai konsep-konsep biologi. Tentunya untuk mewujudkan hal tersebut, dosen harus memberikan peluang bagi peserta didik untuk mengkonstruksi dan mengasah kemampuan asimiliasi dan akomodasi yang dimilikinya. Pembelajaran yang mengaktifkan peserta didik akan lebih menyediakan lingkungan belajar yang efektif dan memberikan upaya nyata menuju tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan (Amin, 2017). Dosen harus mampu menerapkan strategi pembelajaran yang aktif dan inovatif untuk menciptakan iklim belajar yang kondusif sehingga ketercapaian prestasi belajar mahasiswa tidak hanya pada penguasaan konsep kognitif tetapi juga mampu memberdayakan keterampilan berpikir kritis, keterampilan metakognitif, keterampilan argumentasi dan keterampilan lainnya yang menjadi tuntutan dalam pembelajaran abad 21.

Kemampuan untuk mengenali, menggali potensi diri menjadi pribadi yang tangguh dan mampu mengembangkan diri merupakan bagian penting yang harus terus dilatih serta dikembangkan oleh dosen (Amin dan Corebima, 2016). Sebagai tenaga pengajar, dosen harus mampu membangun komunikasi serta meningkatkan respon positif mahasiswa terhadap matakuliah dan proses pembelajaran yang dilakukan di kelas. Peningkatan respon positif tersebut sangat penting agar mahasiswa dapat membangun serta meningkatkan motivasi di sepanjang proses pembelajaran dan peningkatan kurva belajarnya. Kesadaran akan pentingnya mewujudkan respon positif tersebut diharapkan dapat menjadi stimulasi bagi dosen agar mampu memilih dan menerapkan strategi pembelajaran yang aktif dan inovatif serta sesuai dengan karakteristik peserta didiknya. Jika hal tersebut dilakukan maka peserta didik dapat meningkatkan capaian proses pembelajaran pada lingkungan belajar yang menyenangkan.

Membangun lingkungan belajar yang menyenangkan, nyaman, dan aman bagi peserta didik merupakan hal yang sangat penting dalam membangun persepsi peserta didik (Amin & Adiansyah, 2018). Persepsi positif peserta didik terhadap suatu *treatment* yang akan dilakukan diharapkan dapat memberikan energi positif bagi kemampuan adaptasi terhadap model atau strategi pembelajaran di kelas (Amin, 2017). Lingkungan pembelajaran konstruktivistis mengubah fokus dari penyebaran informasi oleh dosen, menuju otonomi dan refleksi mahasiswa, yang mendorong peran aktif mahasiswa (Rahmatan, 2013). Hal kemudian akan memudahkan mahasiswa untuk mengelola informasi yang diperoleh untuk meningkatkan penguasaan konsep, memberdayakan keterampilan berpikir serta keterampilan lainnya yang menjadi tuntutan perkembangan global saat ini. Membekali mahasiswa terampil berpikir, berarti membekali mahasiswa kemampuan *survival* pada kehidupan masa mendatang (Hasanuddin & Mulyadi, 2012).

Reading Questioning and Answering (RQA) dan *Argument Driven-Inquiry* (ADI) merupakan salahsatu strategi pembelajaran aktif dan inovatif yang dapat digunakan oleh dosen untuk memenuhi tuntutan abad 21. RQA dapat menjadi salahsatu strategi pembelajaran yang digunakan untuk meningkatkan karakter, hasil belajar kognitif dan retensi mahasiswa (Amin & Rosmiati, 2017). Penerapan RQA pada mahasiswa Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah IAIN Ar-Raniry Banda Aceh menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kearah berpikir tingkat tinggi (Mulyadi, Adlim, Djufri, 2014). Menurut Corebima (2009) bahwa implementasi strategi pembelajaran RQA terbukti mampu mendorong peserta didik untuk membaca materi pembelajaran yang telah ditugaskan, sehingga strategi perkuliahan yang dirancang dapat terlaksana dengan baik, serta pemahaman terhadap materi kuliah berhasil ditingkatkan hampir 100%. Tanggapan mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar terhadap penerapan RQA pada perkuliahan Fisiologi Hewan diantaranya yakni perkuliahan Fisiologi Hewan terasa lebih menyenangkan, tidak membosankan, mampu meningkatkan kemampuan berpikir, membuat mahasiswa mampu mengatur dan mengevaluasi cara belajarnya serta mampu menyadarkan mahasiswa untuk belajar lebih baik (Bahri, Corebima, Susilo, 2010).

Penelitian yang dilakukan oleh Andriani & Riandi (2015) menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan strategi ADI lebih meningkatkan aktivitas dan semangat peserta didik dalam pembelajaran di kelas. Strategi ADI membantu peserta didik untuk mengembangkan kebiasaan berpikir dan mengembangkan pemikiran kritis dengan menekankan pentingnya peran argumentasi untuk menvalidasi pengetahuan ilmiah (Sampson,

Grooms dan Walker, 2011). Strategi ini dapat melibatkan peserta didik dalam penyelidikan ilmiah (Sampson, Grooms, Enderle dan Southerland, 2012). Strategi ADI dapat mengembangkan kemampuan literasi sains peserta didik (Walker, 2011). Penerapan strategi ini dapat memotivasi peserta didik untuk disiplin dalam menghasilkan argumentasi yang berkualitas (Sampson, Grooms, Walker, 2011). Peningkatan kualitas argumentasi dapat berdampak pada peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa (Hasnunidah, Susilo, Irawati, Sutomo, 2015).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan sebelumnya, diperoleh informasi bahwa sekitar 45.45% mahasiswa UIN Alauddin Makassar dan 33.33% mahasiswa STKIP Yapim Maros menganggap bahwa metode pembelajaran yang digunakan dosen dalam perkuliahan Fisiologi Hewan selama ini adalah menegangkan (menakutkan), serta ternyata cara belajar di kelas yang diinginkan dan disukai mahasiswa dalam perkuliahan Fisiologi Hewan adalah kegiatan investigasi/aktivitas laboratorium (Amin & Adiansyah, 2018). Hal ini kemudian menjadi dasar bagi peneliti untuk mengimplemetasikan strategi pembelajaran RQA dan ADI untuk meningkatkan respon mahasiswa terhadap proses pembelajaran Fisiologi Hewan.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauhmana respon mahasiswa biologi setelah penerapan strategi pembelajaran RQA, ADI, RQA dipadu ADI, dan konvensional. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran informasi mengenai strategi pembelajaran yang dapat meningkatkan respon serta persepsi positif peserta didik terhadap proses pembelajaran yang aktif dan inovatif.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian survei dengan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Penelitian dilakukan selama satu semester, mulai bulan Januari hingga Juni. Penelitian tersebut dilakukan pada pembelajaran Fisiologi Hewan. Populasi penelitian adalah mahasiswa semester IV Pendidikan Biologi di Makassar dan Maros, Sulawesi Selatan, Indonesia yang terdiri dari lima perguruan tinggi dengan jumlah 201 mahasiswa. Sampel dalam penelitian ini adalah mahasiswa pendidikan biologi UIN Alauddin Makassar dan STKIP Yapim Maros, Sulawesi Selatan yang terdiri dari 92 mahasiswa. Instrumen penelitian menggunakan lembar respon mahasiswa terhadap strategi pembelajaran RQA, ADI, RQA dipadu ADI dan konvensional. Data penelitian berupa respon mahasiswa terhadap strategi pembelajaran RQA, ADI, RQA dipadu ADI dan konvensional. Selanjutnya, data direkapitulasi dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk persentase.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data respon mahasiswa pada masing-masing kelas melalui penerapan strategi RQA, strategi ADI, perpaduan strategi RQA dan ADI, serta konvensional. Langkah-langkah pembelajaran dalam strategi RQA adalah: (1) menyampaikan topik perkuliahan; (2) menyusun pertanyaan; (3) menjawab pertanyaan; (4) mempresentasi tugas kelompok. Adapun langkah-langkah pembelajaran dalam strategi ADI adalah: (1) mengidentifikasi tugas, (2) mengumpulkan data, (3) memproduksi argumen tentatif, (4) melakukan sesi interaktif argumen, (5) menyusun laporan penyelidikan tertulis, (6) mereview laporan, (7) merevisi laporan, (8) melakukan diskusi reflektif. Sementara itu, pembelajaran RQA dipadu dengan ADI merupakan perpaduan dari langkah-langkah pembelajaran RQA dan ADI. Langkah-langkah pembelajaran tersebut terdiri dari tahap menyampaikan topik perkuliahan, membaca materi, menyusun pertanyaan, mengidentifikasi

tugas, mengumpulkan data, memproduksi argumen tentatif, mempresentasi tugas kelompok, melakukan sesi interaktif argumentasi, menjawab pertanyaan, menyusun laporan penyelidikan tertulis, merevisi laporan, melakukan diskusi reflektif. Pembelajaran konvensional adalah strategi pembelajaran yang lazim dilakukan oleh dosen selama perkuliahan Fisiologi Hewan, didominasi oleh *direct instruction* dengan menggunakan metode ceramah serta tanya jawab

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini diperoleh melalui lembar respon mahasiswa. Rekapitulasi data respon mahasiswa biologi setelah penerapan strategi pembelajaran RQA, ADI, RQA dipadu ADI, dan pembelajaran konvensional dapat dilihat pada Tabel. 1 berikut.

Tabel.1 Respon Mahasiswa Biologi Setelah Penerapan Strategi Pembelajaran RQA, ADI, RQA dipadu ADI dan Konvensional.

NO	PERNYATAAN	Strategi Pembelajaran			
		RQA (%)	ADI (%)	RQA dipadu ADI (%)	Konvensional (%)
1	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, menarik bagi saya.	75	63.64	84.62	33.33
2	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, menyenangkan bagi saya.	70	63.64	79.49	38.89
3	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, membuat saya mudah mengikuti pembelajaran.	75	60.61	76.92	33.33
4	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, membuat saya termotivasi dalam belajar.	80	69.70	87.18	33.33
5	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, membuat saya dapat bekerjasama dengan teman.	65	60.61	71.79	38.89
6	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, mendorong saya dalam kemandirian belajar.	75	60.61	82.05	27.78
7	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, membantu saya dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis.	70	69.70	71.79	33.33
8	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, membantu saya dalam mengembangkan keterampilan metakognitif.	80	66.67	84.62	27.78
9	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, membantu saya dalam mengembangkan keterampilan argumentasi.	85	81.82	87.18	27.78
10	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, membantu saya dalam menguasai konsep/materi Fisiologi Hewan.	70	60.61	79.49	33.33
11	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan model ini, membuat saya dapat berbagi informasi/pengetahuan tentang materi pembelajaran	70	69.70	79.49	38.89

NO	PERNYATAAN	Strategi Pembelajaran			
		RQA (%)	ADI (%)	RQA dipadu ADI (%)	Konvensional (%)
12	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, meningkatkan kemampuan saya dalam proses sains biologi.	65	75.76	76.92	27.78
13	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, meningkatkan kemampuan saya dalam penyelidikan ilmiah.	65	78.79	74.36	22.22
14	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, meningkatkan pengalaman belajar saya.	80	63.64	87.18	22.22
15	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, menyadarkan saya masih harus belajar lebih baik.	85	78.79	89.74	22.22
16	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, menambah kejelasan pada materi tentang Fisiologi Hewan.	75	69.70	87.18	22.22
17	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, meningkatkan rasa ingin tahu saya.	80	66.67	84.62	22.22
18	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, membuat saya mampu mengatur cara belajar saya.	75	60.61	82.05	33.33
19	Perkuliahan Fisiologi Hewan dengan menggunakan strategi pembelajaran ini, membuat saya mampu mengevaluasi pembelajaran yang telah saya lakukan.	80	60.61	84.62	27.78
Rata-rata		74.74	67.47	81.65	29.82

Berdasarkan data pada Tabel 1. tersebut dapat diketahui bahwa mahasiswa memberikan respon positif terhadap strategi pembelajaran RQA, ADI, serta RQA dipadu ADI. Hal ini ditunjukkan dengan tingginya persentase pada ketiga strategi tersebut. Persentase tertinggi pada setiap item pernyataan diperoleh dari strategi pembelajaran RQA dipadu ADI, kemudian disusul dengan pembelajaran RQA dan strategi pembelajaran ADI.

Strategi pembelajaran RQA, ADI, serta RQA dipadu ADI yang diterapkan dalam pembelajaran Fisiologi Hewan dirasakan menarik, menyenangkan, mudah diikuti oleh peserta didik. Hal ini kemudian berdampak pada motivasi belajar dan kerjasama dengan teman sebaya/tim di dalam kelas diskusi. Peserta didik menunjukkan antusias dalam setiap fase-fase pembelajaran. Peserta didik tampak aktif dalam mengajukan pertanyaan dan pendapat di dalam diskusi interaktif dan langkah-langkah penyelidikan ilmiah. Peserta didik juga mulai tampak menunjukkan kemandirian dalam melakukan investigasi penelitian ilmiah dan konstruksi pemahaman materi perkuliahan. Fase-fase dalam strategi pembelajaran RQA, ADI, serta RQA dipadu ADI memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk meningkatkan rasa ingin tahu dan kemampuan dalam proses sains biologi. Peserta didik berlomba-lomba meningkatkan pengalaman belajar melalui proses interaksi dengan saling berbagi informasi/pengetahuan terkait materi pembelajaran. Dominansi dosen dalam penyampaian informasi secara langsung dengan menggunakan metode ceramah kini sudah tidak tampak

terlihat dan diganti dengan peran dosen sebagai pembimbing dan pengarah serta memberikan *scaffolding* kepada peserta didik dalam langkah penyelidikan ilmiah di kelas.

Strategi pembelajaran RQA terdiri dari tahap *reading*, *questioning* dan *answering*. Fase *reading* dalam kegiatan ini sangat bermanfaat untuk menanamkan konsep awal kepada mahasiswa terkait materi perkuliahan. Mahasiswa diberi kesempatan untuk membaca sekaligus mengkonstruksi pemahaman mereka terhadap materi perkuliahan. Melalui kegiatan membaca ini, pembaca dapat membangun keterpaduan antara pemahaman isi teks dengan pengetahuan awal yang dimiliki oleh pembaca (Ozuru, 2009). Selanjutnya, fase *questioning*, melatih peserta didik untuk menyusun dan mengajukan pertanyaan setelah proses konstruksi konsep pada fase *reading*. Kegiatan membuat pertanyaan merupakan salah satu bagian penting pembelajaran konstruktivisme. Pertanyaan yang disusun oleh mahasiswa sebaiknya pertanyaan yang bersifat analisis dan mampu mendorong perkembangan kognitif (Ermasari, Wayan, Bagus, 2014). Melalui kegiatan membuat pertanyaan ini diharapkan dapat membantu peserta didik yang kesulitan dalam menyampaikan gagasan, pikiran, dan pertanyaan (Mayasari, 2014). Selanjutnya fase *answering*, pada tahap ini mahasiswa menjawab pertanyaan yang telah disusun sebelumnya secara tertulis di fase *questioning*. Mahasiswa dilatih bagaimana menjawab pertanyaan secara tepat. Kegiatan membuat pertanyaan dan jawaban secara individual ini memungkinkan peserta didik berkompetisi secara sportif untuk memperoleh penghargaan (Corebima, 2009; Bahtiar, 2011; Sumampouw, 2012).

Strategi ADI dirancang untuk membantu peserta didik untuk mengerti tentang bagaimana cara membuat sebuah penjelasan ilmiah, bagaimana menggeneralisasikan fakta ilmiah, menggunakan data untuk menjawab pertanyaan ilmiah dan pada akhirnya dapat merefleksikan hasil kerja yang telah dilakukannya (Sampson, *et al.*, 2012). Pembelajaran yang didesain menggunakan strategi *Argument Driven-Inquiry (ADI)* diharapkan dapat mengembangkan keterampilan argumentasi yang berguna bagi peserta didik dalam mengeksternalisasikan hasil penyelidikannya seperti halnya kerja seorang ilmuwan ketika mengembangkan pengetahuan (Sampson & Gleim, 2009). Pembelajaran dengan menggunakan pembelajaran *Argumen Driven Inquiry* berpengaruh positif terhadap berpikir kritis peserta didik (Fitriyaningsih, Roshayanti, Citraning, 2017).

Strategi pembelajaran RQA, ADI, serta RQA dipadu ADI yang diterapkan dalam pembelajaran Fisiologi Hewan dapat berimplikasi pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, keterampilan metakognitif, keterampilan argumentasi serta penguasaan konsep/materi Fisiologi Hewan. Pertanyaan yang diajukan dalam interaksi di kelas mulai menampakkan peningkatan pada level kognitif yang lebih tinggi. Di awal pembelajaran pada strategi ini tampak pertanyaan yang diajukan masih pada level C1 (ingatan) dan C2 (pemahaman), namun seiring dengan jumlah pertemuan yang dilalui maka peserta didik menunjukkan peningkatan pertanyaan pada level kognitif C3 hingga C6. Peserta didik mulai mampu mengevaluasi sendiri atas capaian pembelajaran yang dilakukan. Kesadaran akan pentingnya meningkatkan kualitas pembelajaran tercermin pada peningkatan aktivitas dan respon mahasiswa dalam merefleksi pola belajar mereka masing-masing.

Keaktifan pembelajaran peserta didik pada strategi pembelajaran RQA, ADI, serta RQA dipadu ADI, tidak hanya didominasi oleh mahasiswa yang berada pada level kemampuan akademik tinggi. Keaktifan juga ditunjukkan merata pada seluruh mahasiswa. Mahasiswa mulai menunjukkan keberanian untuk mengajukan pendapat dan mempertahankan argumentasi mereka dalam pembelajaran. Pada awalnya mereka sangat kesulitan dalam

membuat argumentasi berkualitas yang dilandasi dengan teori yang kuat dan relevan. Hal ini disebabkan karena pembelajaran berbasis argumentasi seperti yang diterapkan pada strategi ADI dan strategi RQA dipadu ADI menjadi sesuatu hal yang baru bagi mereka, sehingga terkadang ada fase dalam pembelajaran tersebut membutuhkan waktu yang lebih lama dari kontrol waktu yang telah dirancang/ditetapkan sebelum pembelajaran.

Aktivitas yang teramati dalam kegiatan pembelajaran ternyata berkorelasi positif dengan respon yang dirasakan peserta didik setelah pembelajaran RQA, ADI, serta RQA dipadu ADI. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ketiga strategi tersebut sangat memberikan makna manfaat dan implikasi positif terhadap capaian pembelajaran yang mereka peroleh. Tingginya tingkat respon mahasiswa pada setiap item pernyataan yang ditanyakan di lembar respon mahasiswa yang dibagikan menunjukkan bahwa strategi pembelajaran RQA, ADI, serta RQA dipadu ADI layak untuk direkomendasikan kepada para pengajar (guru dan dosen) untuk menerapkan strategi tersebut dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas untuk memenuhi tuntutan abad 21.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, maka simpulan dari penelitian ini adalah mahasiswa menunjukkan respon positif terhadap penerapan strategi pembelajaran RQA (74.74%), ADI (67.47%), RQA dipadu ADI (81.65%). Penelitian ini diharapkan dapat menjadikan informasi kepada para pengajar untuk menerapkan strategi pembelajaran RQA, ADI, RQA dipadu ADI dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas. Selain itu, diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan bagi peneliti lainnya untuk mengkaji lebih lanjut terkait strategi pembelajaran RQA, ADI, RQA dipadu ADI.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh pendanaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat di Perguruan Tinggi, Hibah Disertasi Doktor Tahun Anggaran 2018, Kementerian Riset, Teknologi & Pendidikan Tinggi, Indonesia berdasarkan Surat Nomor 0045/E3/LL/2018. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada kegiatan Workshop Peningkatan Kualitas Output Penelitian Skema Penelitian Disertasi Doktor Tahun Anggaran 2018, Program Peningkatan Kapasitas Riset-Wilayah Malang dengan Surat Nomor: 2084/E3.4/UND/2018.

DAFTAR RUJUKAN

- Al-Farisi BL, & Sa'rani. 2016. *Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains Tahun 2016 "Mengubah Karya Akademik Menjadi Karya Bernilai Ekonomi Tinggi", Universitas Negeri Surabaya, 23 Januari 2016, 7-12.
- Amin AM & Corebima AD. 2016. *Analisis Persepsi Dosen terhadap Strategi Pembelajaran Reading, Questioning and Answering (RQA) dan Argument-Driven Inquiry (ADI) pada Program Studi Pendidikan Biologi di Kota Makassar*. Prosiding Seminar Nasional II Tahun 2016, Kerjasama Prodi Pendidikan Biologi FKIP dengan Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSLK), Universitas Muhammadiyah Malang, 26 Maret 2016.
- Amin AM. 2017. Persepsi Mahasiswa terhadap Strategi Reading, Questioning and Answering (RQA) dan Argument-Driven Inquiry (ADI). *Jurnal Pendidikan Biologi (JPB)*, 8 (1), 1-9.

- Amin AM & Adiansyah R. 2018. Identifikasi Gaya Belajar dan Respon Mahasiswa untuk Menentukan Strategi Pembelajaran pada perkuliahan Fisiologi Hewan. *Jurnal Biologi & Pembelajarannya*, 5 (1), 1-9.
- Andriani Y & Riandi. 2015. *Perbandingan Aktivitas Siswa dan Guru dalam Pembelajaran Argument Driven Inquiry dan inkuiri Terbimbing pada Pembelajaran IPA Terpadu Kelas VII*. Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015, Bandung, 8-9 Juni 2015, 589-592.
- Bahri A, Corebima AD, Susilo H. 2010. *Pengaruh Strategi Pembelajaran Reading Questioning and Answering (RQA) pada Perkuliahan Fisiologi Hewan terhadap Kesadaran Metakognitif, Keterampilan Metakognitif, dan Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar*. Tesis, Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Bahtiar. 2011. *Potensi Pembelajaran Yang Memadukan Strategi Think Pairs Share (TPS) dan Reading Questioning Answering (RQA) untuk Meningkatkan Sikap Sosial dan Penguasaan Konsep Biologi Siswa SMA Multietnis di Ternate*. Makalah yang Disampaikan Pada Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS.
- Corebima AD. 2009. *Pengalaman Berupaya Menjadi Guru Profesional*. Pidato Pengukuhan Guru Besar Dalam Bidang Genetika. Malang. FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Ermasari G, Wayan SI, & Bagus, NSI. 2014. *Kemampuan Bertanya Guru IPA dalam Pengelolaan Pembelajaran*. e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi IPA., 4, 1-12.
- Fitriyaningsih, Roshayanti, F, Citraning R. 2017. *Pengaruh Model Pembelajaran ADI (Argument Driven-Inquiry) terhadap Berpiir Kritis Siswa SMA Kelas X*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Enterpreneurship IV, 124-133.
- Hasanuddin & Mulyadi. 2012. *Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa melalui Strategi RQA*. Prosiding Seminar Nasional FKIP Universitas Sebelas Maret Solo, 17 April 2012, 70-76.
- Hasnunidah N, Susilo H, Irawati MH, Sutomo H. 2015. *Argument-Driven Inquiry with Scaffolding as the Development Strategies of Argumentation and Critical Thinking Skills of Students in Lampung, Indonesia*. *American Journal of Educational Research*, 3 (9), 1185-1192.
- Latifah D, & Milyartini R. 2010. *Model Pendidikan Life Skill Belajar mandiri untuk Meningkatkan Penguasaan Teknik Vokal Mahasiswa Peserta mata Kuliah Vokal 3 di Prodi Musik UPI*. *Invotec*, 6 (17), 500-508.
- Mulyadi, Adlim, Djufri. 2014. *Memberdayakan Kemampuan Berpikir Mahasiswa Melalui Model Pembelajaran Reading Questioning and Answering*. *Jurnal Biotik*, 2 (1), 33-37.
- Rahmatan H. 2013. *Tanggapan Mahasiswa dan Dosen terhadap Model perkuliahan Biokimia Berbasis Multimedia Interaktif*. *Jurnal EduBio Tropika*, 1 (2), 66-71.
- Ozuru Y, Dempsey K, & Namara D. 2009. *Prior Knowledge, Reading Skill, and Text Cohesion in the Comprehension of Science Texts*. *Journal Learning and Instruction*, 19 (3), 228-242.
- Mayasari N. 2014. *Peningkatan Keterampilan Berbicara pada Mata Kuliah Belajar dan Pembelajaran dengan Metode Debat Plus dalam Proses Pembelajaran Matematika pada Mahasiswa Tingkat 2 Semester III di IKIP PGRI Bojonegoro Tahun Pelajaran 2013 / 2014*. *Jurnal Magistra*, 88, 17-26.

- Sampson VE, Grooms J & Walker JP. 2011. Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments, an Exploratory Study. *Science Education Journal*, 95, 217-257.
- Sampson VE, Grooms J, Enderle P & Southerland S. 2012. *Using Laboratory Activities that Emphasize Argumentation and Argument to Help High School Students Learn How to Engage in Scientific Inquiry and Understand the Nature of Scientific Inquiry*. Paper presented at the 2012 Annual Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST), Florida State University.
- Sampson V & Gleim L. 2009. Argument-Driven Inquiry to Promote the Understanding of Important Concepts & Practices in Biology, *The American Biology Teacher*, 71 (8), 465-472.
- Sumampouw H. 2012. *Strategi RQA dalam Perkuliahan Genetika Berbasis Metakognitif dan Retensi*. Makalah yang Disampaikan pada Seminar Nasional MIPA dan Pembelajarannya FMIPA Universitas Negeri Malang. 15 Oktober 2012.
- Walker JP. 2011. *Argumentation In Undergraduate Chemistry Laboratories*. Dissertation. The Florida State University.

Penerapan Strategi Pembelajaran *Problem Based Learning* pada Materi Sistem Koordinasi Manusia untuk Meningkatkan Keterampilan Metakognitif Siswa Kelas XI MIPA 4 SMAN 3 Kediri

Elva Nindya Kartika Dewi, Poppy Rahmatika Primandiri, Dwi Ari Budiretnani

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nisantara PGRI Kediri

Email: nindyaelva23@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah pada strategi pembelajaran *Problem Based Learning* diharapkan dapat meningkatkan Keterampilan Metakognitif siswa kelas XI MIPA 4 SMAN 3 Kediri pada materi Sistem Koordinasi Manusia. Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas terintegrasi post test pada siklus I dan siklus II. Berdasarkan hasil analisis data tingkat keterampilan metakognitif siswa kelas XI MIPA 4 menggunakan rating skala green dan gain menunjukkan peningkatan yang signifikan. Menurut hasil pengukuran skala green pada siklus I yang masuk dalam kategori sangat baik sebanyak 5 siswa sedangkan pada siklus II sebanyak 7 siswa lalu pada siklus I kategori baik sebanyak 16 siswa sedangkan pada siklus II sebanyak 21 siswa. Sedangkan pada siklus I kategori cukup sebanyak 12 siswa sedangkan pada siklus II sebanyak 7 siswa. Kategori kurang pada siklus I sebanyak 2 siswa dan Kategori sangat kurang dan belum baik pada siklus I dan siklus II sama sekali tidak ada. Peningkatan keterampilan metakognitif paling tinggi menurut pengukuran skala green masuk dalam kategori baik. Sedangkan menurut hasil rating skala gain yang memiliki kategori rendah sebanyak 13 siswa, pada kategori sedang sebanyak 22 siswa dan pada kategori tinggi tidak ada. Peningkatan keterampilan metakognitif paling tinggi menurut pengukuran gain masuk dalam kategori sedang.

Kata Kunci:

Problem Based Learning, keterampilan metakognitif

PENDAHULUAN

Dalam kegiatan pembelajaran, seorang guru pasti akan dihadapkan dengan permasalahan yang menyangkut peserta didik maupun metode pembelajaran yang diterapkan. Permasalahan tersebut tidak hanya berasal dari siswa namun juga dari guru. Permasalahan tersebut dapat dilihat saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan guru biologi di SMAN 3 Kediri selama proses pembelajaran masih menggunakan metode pembelajaran ceramah dan diskusi terbuka. Kendala yang dialami guru saat proses pembelajaran yaitu siswa kesulitan dalam memahami materi yang disampaikan oleh guru. Selain itu siswa mengalami kesulitan dalam memahami istilah biologi pada materi yang disampaikan oleh guru. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan pada siswa diantaranya adalah kesulitan dalam memahami materi terutama dalam

hal menghafal nama organ dalam sistem koordinasi manusia. Selain itu pada saat pelaksanaan diskusi, siswa kurang merespon pertanyaan yang diberikan oleh guru sehingga proses pembelajaran yang berlangsung kurang efektif yang berpengaruh pada prestasi belajarnya.

Keterampilan metakognitif merupakan hal penting yang perlu sangat diperhatikan untuk meningkatkan keterlaksanaan proses pembelajaran. Berdasarkan fakta permasalahan di sekolah pada saat kegiatan pembelajaran berlangsung siswa cenderung pasif, tidak bisa mengumpulkan tugas sesuai dengan target yang telah ditentukan, dan belum sepenuhnya mampu mengelola kegiatan belajar dengan baik. Keterampilan metakognitif perlu sangat diterapkan dalam diri siswa. Penerapan ketrampilan metakognitif pada siswa dapat membawa ke arah peningkatan hasil belajar mereka secara nyata. Keterampilan metakognitif pada dasarnya sudah dimiliki pada diri manusia itu sendiri.

Menurut Susantini (2004), melalui metakognisi siswa mampu menjadi pelajar mandiri, menumbuhkan sikap jujur, berani mengakui kesalahan, dan dapat meningkatkan prestasi belajar secara nyata. Solusi dari permasalahan tersebut maka perlu penerapan strategi *Problem Based Learning*. Menurut Arends (2013: 100) *Problem Based Learning* adalah strategi pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran siswa pada masalah autentik sehingga siswa dapat menyusun pengetahuannya sendiri, menumbuh kembangkan keterampilan yang lebih tinggi dan *inquiry*, memandirikan siswa dan meningkatkan kepercayaan diri sendiri. Tujuan Penelitian ini adalah Melalui penerapan strategi pembelajaran *Problem Based Learning* diharapkan dapat meningkatkan keterampilan metakognitif siswa kelas XI MIPA 4 SMAN 3 Kediri pada materi sistem koordinasi manusia.

METODE

Desain Penelitian menggunakan model Penelitian Tindakan Kelas menurut Kemmis and Taggart (Gayatri, 2016). Penelitian bertempat di SMAN 3 Kediri yang dilaksanakan pada tanggal 27 sampai dengan 28 Februari 2018 dan tanggal 20 sampai dengan 21 Maret 2018. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI Mipa 4 SMAN 3 Kediri yang dibimbing oleh Denis Agustin,S.Pd selaku pengampu mata pelajaran Biologi dengan jumlah siswa sebanyak 35 anak. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi, lembar instrumen kisi-kisi test, Silabus, RPP, Bahan Ajar dan Lembar Diskusi Siswa. Prosedur Pengumpulan Data terdiri atas Perencanaan, Pelaksanaan Tindakan, Pengamatan dan Refleksi. Penelitian dilaksanakan dalam 2 siklus yaitu siklus I dan siklus II. Teknik analisis data menggunakan jenis teknik analisis data kuantitatif untuk mengukur tingkat keterampilan metakognitif siswa. Teknik analisis data keterampilan metakognitif menggunakan indikator penilaian dari Corebima (2009).

Selanjutnya digunakan pengukuran skala green dan skala gain untuk mengetahui tingkat keterampilan metakognitif siswa. Teknik analisis data untuk mengukur keterampilan metakognitif siswa dengan menggunakan skala green. Data diperoleh dari skor hasil post test tiap siklus pada siklus I dan siklus II lalu dimasukkan ke dalam rating scale green menurut (Green dalam Suratno,2010) dengan berbagai kategori diantaranya adalah *super* (85-100),*ok* (68-84),*development* (51-67),*can not really* (34-50),*risk* (17-33),dan *not yet* (0-16). Sedangkan analisis data untuk mengukur keterampilan metakognitif juga dengan menggunakan skala gain Hasil tingkat kemampuan berpikir kritis dan keterampilan metakognitif siswa dilihat dari hasil

skor post test I dan post test II. Selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus Gain modifikasi sebagai berikut:

$$\text{Gain Ternormalisasi (N-Gain)} = \frac{\text{Skor Siklus II} - \text{Skor Siklus I}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Siklus I}}$$

Hasil perhitungan indeks gain kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kategori menurut (Meltzer, 2002) yaitu pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kategori N-Gain

Besarnya Gain (g)	Interpretasi
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan tindakan pembelajaran terdiri dari empat tahap dengan model Kemmis Taggart meliputi perencanaan (*planning*), pelaksanaan (*action*), observasi (*observation*) memuat data hasil penelitian, dan refleksi (*reflection*).

1. Keterampilan Metakognitif Siswa

Berdasarkan hasil penelitian maka telah didapatkan data keterampilan metakognitif siswa dengan menggunakan skala *Green* dalam Tabel 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Kategori Matkognisi Siswa

No.	Kategori	Siklus I	Siklus II
1.	Sangat baik	5 siswa	7 siswa
2.	Baik	16 siswa	21 siswa
3.	Cukup	12 siswa	7 siswa
4.	Kurang	2 siswa	-
5.	Sangat Kurang	-	-
6.	Belum baik	-	-

Berdasarkan Tabel 2 telah diperoleh data keterampilan metakognitif siswa dengan menggunakan rating skala green dengan kategori sangat baik (85-100), baik (68-84), cukup (51-67), kurang (34-50), sangat kurang (17-33), dan belum baik (0-16). Menurut hasil data yang telah disajikan menunjukkan bahwa pada siklus I kategori sangat baik sebanyak 5 siswa sedangkan pada siklus II sebanyak 7 siswa kemudian pada siklus I kategori baik sebanyak 16 siswa dan pada siklus II sebanyak 21 siswa. Selanjutnya pada kategori cukup siklus I sebanyak 12 siswa dan pada siklus II sebanyak 7 siswa. Sedangkan pada kategori kurang siklus I sebanyak 2 siswa dan pada siklus II tidak ada. Kategori terakhir yaitu sangat kurang dan belum baik pada siklus I dan siklus II sama sekali tidak ada.

Sedangkan menurut data skala gain telah didapat data keterampilan metakognitif siswa sebagaimana tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Profil Keterampilan Metakognisi Siswa

No.	Kategori	Rata-rata siklus I dan siklus II
1.	Rendah	13 siswa
2.	Sedang	22 siswa
3.	Tinggi	-

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan hasil tingkat keterampilan metakognitif siswa dari rata-rata siklus I dan siklus II. Kategori skala gain memuat tingkat metakognitif diantaranya adalah kategori rendah, sedang dan tinggi. Siswa yang memiliki kategori rendah sebanyak 13 siswa sedangkan siswa yang memiliki kategori sedang sebanyak 22 siswa dan yang memiliki kategori tinggi tidak ada. Tingkat keterampilan metakognitif siswa dari siklus I hingga siklus II sudah mengalami peningkatan dalam kategori sedang. Anila dkk (2015) melaporkan bahwa keterampilan metakognisi peserta didik dapat ditingkatkan dengan menggunakan startegi PBL. Strategi pembelajaran inovatif dapat meningkatkan keterampilan metakognisi karena sejumlah tahapan belajar yang terdapat di dalam PBL mampu memberdayakan aspek-aspek keterampilan metakognisi (Wahyuningtyas dkk, 2015; Kurniawan dkk, 2015; Irawati dkk, 2015).

SIMPULAN DAN SARAN

Penerapan strategi pembelajaran *Problem Based Learning* dapat meningkatkan keterampilan metakognitif siswa kelas XI MIPA 4 SMAN 3 Kediri pada materi sistem koordinasi manusia. Hendaknya guru observer lebih bisa mengkondisikan kelas dengan baik. Guru tidak perlu banyak menyampaikan materi kepada siswa akan tetapi perlu lebih menciptakan pembelajaran yang interaktif dengan melakukan tanya jawab kepada siswa terkait materi pembelajaran. Untuk menciptakan suasana diskusi kelas yang efektif sebaiknya guru memberikan kesempatan untuk setiap anggota dalam tiap kelompok untuk menyampaikan pendapatnya maupun mengemukakan pertanyaan kepada kelompok penyaji. Sebelum kegiatan pembelajaran dilaksanakan alangkah baiknya guru mempersiapkan terlebih dahulu media yang akan digunakan dalam kegiatan belajar mengajar di kelas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Kepala Sekolah dan Denis Agustin S.Pd selaku guru biologi yang sudah memberikan izin untuk melakukan penelitian di SMAN 3 Kediri.

DAFTAR RUJUKAN

- Anila, R. B., Masruri, R., Irawati, F., Primandiri, P. R., & Santoso, A. M. 2015. Penerapan Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Motivasi Belajar , Keterampilan Inkuiri dan Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa SMPN Kediri Pada Materi Perubahan dan Pencemaran Lingkungan The Application of Problem Bassed Learning to Improve. *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi UNS 2015*, 446–449.
- Arends, Richard I. 2013. *Belajar untuk Mengajar , Learning to Teach*. Jakarta: Salemba Humanika.
- Corebima. 2009. *Berdayakan Ketrampilan Berpikir selama Pembelajaran SAINS demi masa depan kita*. Surabaya: UNESA University Press.

- Gayatri. 2016. *Penelitian Tindakan Kelas untuk Meningkatkan Keterampilan Pembuatan Proposal Penelitian Mahasiswa*. E-Jurnal Akuntansi Universitas Udayana 1 (14) : 2302-8556.
- Irawati, F., Kurniawan, H. C., Rahmatikaprimandiri, P., & Santoso, A. M. 2015. Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Keterampilan Inkuiri dan Keterampilan Metakognisi Siswa Kelas XIIPASMAN 6 Kediri The Effect of Guided Inquiry Studying Models Toward Skills of Inquiry and Skills of Metacognition for Students of XI Sc.
- Kurniawan, H. C., Irawati, F., Primandiri, P. R., & Santoso, A. M. 2015. Efektivitas Model Pembelajaran Penemuan Terbimbing Terhadap Keterampilan Inkuiri , Keterampilan Metakognisi , Dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas VIII MTsN Panglungan The Effectiveness of Guided Discovery Learning Model for The Skills of Inquiry , Meta, 117–121.
- Susantini, E. 2004. *Memperbaiki Kualitas Proses Belajar Genetika Melalui Strategi Metakognitif dalam Pembelajaran Kooperatif pada Siswa SMU*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Wahyuningtyas, E., Primandiri, P. R., & Santoso, A. M. 2015. Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbasis Local Materials (LM) Melalui Lesson Study (LS) untuk Meningkatkan Keterampilan Metakognisi , Keterampilan Inkuiri dan Hasil Belajar Siswa Kelas X5 SMAN 1 Mojo Kediri pada Materi Tumbuh, (Lm), 353–358.

Penerapan Strategi Pembelajaran Kooperatif *Think Pair Share* (TPS) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIPA 4 MAN 1 Kota Kediri pada Materi Vertebrata

Fauziah Lailatu Nikmah, Dwi Ari Budiretnani, Poppy Rahmatika Primandiri

Progam Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri

Email: fauziah.nikmah30@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan strategi *Think Pair Share* (TPS) untuk meningkatkan berpikir kritis siswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan Penelitian Tindakan Kelas (PTK). Sampel penelitian ini adalah kelas X MIPA 4 MAN 1 Kota Kediri sebanyak 40 siswa. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah perencanaan, aksi, observasi dan refleksi. Adapun instrumen yang digunakan adalah lembar observasi, lembar validasi, lembar LDS, dan tes. Tes ini digunakan untuk mengetahui tingkat berpikir kritis siswa dengan menggunakan tes tulis. Teknik analisis data menggunakan jenis data kuantitatif dengan pelaksanaan tes pada siklus I dan siklus II. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan scale green pada siklus I yang paling tinggi adalah Kategori Ok terdapat 17 siswa dan pada siklus II sebanyak 24 siswa. Sedangkan, berdasarkan hasil data menggunakan skala gain hanya terdapat dua kategori saja yaitu sebanyak 22 siswa dikategorikan memiliki tingkat berfikir kritis sedang dan ada 17 siswa dikategorikan memiliki tingkat berfikir kritis rendah. Berdasarkan hasil data tersebut dapat disimpulkan melalui penerapan strategi TPS dapat meningkatkan berpikir kritis siswa pada materi vertebrata.

Kata Kunci

Think Pair Share,
berpikir kritis,
vertebrata

PENDAHULUAN

Berdasarkan observasi yang dilakukan melalui wawancara dengan guru mata pelajaran Biologi di MAN 1 Kota Kediri, didapatkan hasil bahwa kendala yang dialami guru pada saat proses pembelajaran yaitu siswa kurang aktif dalam kegiatan pembelajaran seperti bertanya dan menjawab pertanyaan. Selain itu ketika guru mengajak siswa untuk berdiskusi, siswa kurang merespon pertanyaan dari guru dan siswa cenderung diam pada saat guru memberikan pertanyaan sehingga proses pembelajaran yang berlangsung kurang efektif.

Dari permasalahan tersebut diketahui kemampuan berpikir kritis siswa rendah yang di lihat dari indikator berpikir kritis yaitu bertanya dan menjawab pertanyaan. Selain itu, mulai diterapkannya sistem pembelajaran abad ke-21 yang merupakan suatu peralihan pembelajaran dimana kurikulum yang dikembangkan saat ini menuntut sekolah untuk merubah pendekatan pembelajaran yang berpusat pada pendidik menjadi pendekatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik sehingga peserta didik harus memiliki kecakapan berpikir dan belajar.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah materi vertebrata yang dipilih berdasarkan hasil wawancara kepada guru. Guru mengatakan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi terutama dalam mengklasifikasikan kelas vertebrata dikarenakan materi tersebut terlalu banyak. Sementara hasil wawancara yang dilakukan kepada siswa diketahui bahwa siswa kurang tertarik dengan cara guru menyampaikan materi, sehingga merasa jenuh dan kurang termotivasi dalam belajar.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu diterapkannya strategi pembelajaran yang membuat siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran dan siswa lebih banyak waktu untuk berpikir, yaitu dengan menerapkan strategi pembelajaran *Think Pair Share* (TPS). TPS merupakan strategi pembelajaran kooperatif yang menempatkan siswa secara berpasangan untuk menyelesaikan tugas-tugas akademik melalui tiga tahap, yaitu: *Think* (berfikir), *Pair* (berpasangan), dan *Share* (berbagi) (Marlina *et al*, 2014). Selain itu, TPS juga dapat memperbaiki rasa percaya diri dan semua siswa diberi kesempatan berpartisipasi dalam kelas (Boleng, 2014)

Proses yang digunakan dalam TPS dapat memberi siswa waktu yang lebih banyak untuk berfikir, untuk merespon dan saling membantu. Strategi TPS merupakan strategi pembelajaran yang melatih siswa bagaimana menyampaikan pendapat dan siswa juga belajar menghargai pendapat orang lain dengan tetap mengacu pada tujuan pembelajaran. Pembelajaran dengan tahap berpasangan, berpikir serta saling berbagi akan meningkatkan partisipasi siswa, terciptanya pembelajaran yang aktif dan meningkatkan mutu pembelajaran.

METODE

Desain Penelitian menggunakan model Penelitian Tindakan Kelas menurut Lewin (Arikunto, 2006). Penelitian bertempat di MAN 1 Kediri. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas X Mipa 4 MAN 1 Kediri yang dibimbing oleh Sri Hastutik, S.Pd selaku pengampu mata pelajaran Biologi dengan jumlah siswa sebanyak 40 anak. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi, lembar instrumen kisi-kisi test, Silabus, RPP, Bahan Ajar dan Lembar Diskusi Siswa. Prosedur Pengumpulan Data terdiri atas Perencanaan, Pelaksanaan Tindakan, Pengamatan dan Refleksi. Penelitian dilaksanakan dalam 2 siklus yaitu siklus I dan siklus II. Teknik analisis data menggunakan jenis teknik analisis data kuantitatif untuk mengukur tingkat keterampilan berpikir kritis siswa. Selanjutnya digunakan pengukuran skala green dan skala gain untuk mengetahui tingkat keterampilan berpikir kritis siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan tindakan pembelajaran terdiri dari empat tahap dengan model Kurt Lewis meliputi perencanaan (*planning*), pelaksanaan (*action*), observasi (*observation*) memuat data hasil penelitian, dan refleksi (*reflection*). Perbandingan Berpikir Kritis Siklus 1 dan Siklus 2 diukur menggunakan Tabel Skala Green dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Profil Kemampuan Berpikir Kritis

No.	Kategori	Siklus 1	Siklus 2
1.	Sangat baik	-	3

2	Baik	17	24
3	Cukup	15	9
4	Kurang	7	2
5	Sangat kurang	-	-
6	Sangat kurang sekali	-	-

Tabel di atas menunjukkan hasil tingkat berpikir kritis siswa siklus I dan siklus II dengan menggunakan rating Scale Green. Kategori pada Scale Green meliputi Super (sangat baik) (85-100), Ok (baik) (68-84), Development (cukup) (51-67), Can Not Really (kurang) (34-50), Risk (sangat kurang) (17-33) dan Not Yet (sangat kurang sekali) (0-16). Berdasarkan hasil data di atas pada siklus I tidak terdapat kategori Super sedangkan siklus II terdapat 3 siswa yang masuk kategori Super. Kategori Ok pada siklus I terdapat 17 siswa dan pada siklus II sebanyak 24 siswa kemudian untuk kategori Development pada siklus I ada 15 siswa sedangkan pada siklus II terdapat 9 siswa. Kategori Can Not Really pada siklus I terdapat 7 siswa dan pada siklus II terdapat 2 siswa saja. Rating Scale Green kategori Risk dan Noy Yet tidak terdapat pada hasil grafik Scale Green siklus I dan siklus II. Sedangkan menurut data skala gain telah didapat data kemampuan berpikir siswa sebagai berikut:

Tabel 2. Profil Kemampuan Berpikir Kritis setelah Pengkategorian

No.	Kategori	Rata-rata siklus I dan siklus II
1.	Tinggi	-
2.	Sedang	22 siswa
3.	Rendah	17 siswa

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan hasil tingkat berfikir kritis siswa dari rata-rata hasil post tes pada siklus I dan siklus II dengan kategori Skala Gain diantaranya kategori rendah $g \leq 0,3$, sedang $0,3 \leq g \leq 0,7$ dan tinggi $g \geq 0,7$. Hasil yang diperoleh hanya terdapat dua kategori saja yaitu sebanyak 22 siswa dikategorikan memiliki tingkat berfikir kritis sedang dan ada 17 siswa dikategorikan memiliki tingkat berfikir kritis rendah. Data yang diperoleh dari siklus I dan siklus II sudah mengalami peningkatan pada kemampuan berfikir kritis siswa. Kemampuan berpikir kritis siswa dapat ditingkatkan melalui penerapan strategi pembelajaran inovatif seperti strategi pembelajaran PBL (Lestari, Nurmilawati, & Santoso, 2015). Menurut Zubaidah (2016) keterampilan berpikir kritis mampu dikembangkan secara bertahap dalam setiap aktivitas proses pembelajaran di kelas. Pada konteks penelitian ini, tahapan belajar siswa yang berjalan sesuai sintaks pembelajaran PBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Seperti berdiskusi, menuliskan jawaban, mencermati pokok masalah yang disajikan oleh guru.

SIMPULAN

Melalui penerapan strategi pembelajaran TPS dapat meningkatkan berpikir kritis siswa di kelas X MIPA 4 MAN 1 Kota Kediri pada materi vertebrata. Hasil yang diperoleh menggunakan Skala Gain hanya terdapat dua kategori saja yaitu sebanyak 22 siswa dikategorikan memiliki tingkat berfikir kritis sedang dan ada 17 siswa dikategorikan memiliki tingkat berfikir kritis rendah. Data yang diperoleh dari siklus I

dan siklus II sudah mengalami peningkatan pada kemampuan berfikir kritis siswa. Berdasarkan hasil data menggunakan scale green pada siklus I yang paling tinggi adalah Kategori Ok terdapat 17 siswa dan pada siklus II sebanyak 24.

DAFTAR RUJUKAN

- Arikunto, S. 2006. Penelitian Tindakan Kelas, Jakarta: PT Bumi Aksara,
- Boleng, D.T. 2014. Pengaruh Model Pembelajaran Cooperative Script dan Think- Pair-Share terhadap Keterampilan Berpikir Kritis, Sikap Sosial, dan Hasil Belajar Kognitif Biologi Siswa SMA Multietnis. *Jurnal Pendidikan Sains*, 2, (2), 76-84.
- Ennis, R. H. 1985. *A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skills*, (online), (http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journal/ed_lead/el_1985_ennis.pdf).
- Greenstein, L. 2012. *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. Thousand Oaks, California: Corwin A. Sage Company.
- Lestari, I., Nurmilawati, M., & Santoso, A. M. (2015). Penerapan Problem Based Learning (PBL) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan sikap sosial peserta didik kelas VIII. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2015 "Peran Biologi Dan Pendidikan Biologi Dalam Menyiapkan Generasi Unggul Dan Berdayasaing Global "*, 465–471. Retrieved from research-report.umm.ac.id
- Marlina, Hajidin & Ikhsan. 2014. Penggunaan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe ThinkPair-Share (TPS) untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi dan Disposisi Matematis Siswa di SMA Negeri 1 Bireuen. *Jurnal didaktik Matematika*, 1(1):83-95.
- Meltzer, D.E. (2002). *The Relationship between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gain in Physics "Hidden Variabel" in Diagnostics Pretest Scores*. Dalam *American Journal of Physics*. Vol. 70 (12) 1259-1268. [online]. Tersedia: http://www.physics.iastate.edu/per/docs/addendum_on_normalized_gain. [9 Oktober 2006],
- Siti Zubaidah. (2016). Keterampilan Abad Ke-21 : Keterampilan Yang Diajarkan, (2), 1–17. <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.6b02842>

Peningkatan Minat Siswa terhadap Media Ulangan Harian Berbasis Aplikasi *Smartphone* pada Pembelajaran IPA

Haning Hasbiyati, Diah Sudiarti

Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Islam Jember

Email: haninghasbiyati@gmail.com

Abstrak

Dibutuhkan sebuah media ulangan harian berbasis aplikasi *smartphone* sebagai solusi untuk mengoptimalkan sistem ulangan harian manual. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang diperoleh dari hasil angket respon minat siswa. Hasil penerapan media ulangan harian berbasis aplikasi *smartphone* terhadap pada pembelajaran IPA SMP diperoleh respon minat siswa mengalami peningkatan yaitu pada aspek tampilan sebesar 20% dengan kategori sangat baik, pada aspek kebahasaan meningkat sebesar 15%, dan pada aspek manfaat meningkat sebesar 16 % dengan kategori baik.

Kata Kunci

minat, ulangan harian, *smartphone*, pembelajaran IPA

PENDAHULUAN

Smartphone merupakan telepon pintar yang memiliki kemampuan seperti komputer. Berdasarkan hasil penelitian oleh Gifary dan Kurnia (2015) tanggapan responden terhadap intensitas penggunaan *smartphone* mencapai nilai 69%. Dengan berkembangnya *smartphone*, ternyata situasi psikologi siswa juga mengalami reaksi beraneka macam. Sebagai contoh rendahnya minat siswa terhadap belajar dan berlatih soal, sehingga lebih memilih memainkan alat komunikasi *smartphone*. Menurut Ragawanto (2013), Salah satu alternatif pemecahan permasalahan pendidikan melalui aspek penerapan Teknologi Pendidikan, yaitu dengan mendayagunakan sumber-sumber belajar yang dirancang, dikembangkan, dan dimanfaatkan dalam pembelajaran. Jadi diperlukan perkembangan teknologi berbasis *smartphone* dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu pengembangan produk berupa media pembelajaran *E-book* berekstensi *.epub* pada pembelajaran IPA dengan menggunakan *smartphone* diperoleh respon minat siswa mencapai kriteria sangat baik sebesar 88,61% (Hasbiyati, 2017). Tetapi media pembelajaran berbasis *smartphone* ini belum dilengkapi suatu media untuk mengukur tingkat pemahaman siswa mengenai pelajaran yang telah diberikan yaitu ulangan harian berbasis *smartphone*. Selama ini siswa menganggap ulangan harian sebagai beban. Padahal berdasarkan hasil penelitian (Setyanta dan Murwaningtyas, 2013) Pemberian kuis berpengaruh terhadap motivasi dan hasil belajar siswa. Sehingga diperlukan ulangan harian yang disajikan dengan suatu media yang menarik minat siswa.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terhadap guru dan siswa SMP, sistem ulangan harian yang masih dilakukan secara manual termasuk dengan sistem koreksi ulangan hariannya,

membuat guru biasanya menambah jam kerja untuk membuat soal dan menilai ulangan harian para siswa secara manual. Padahal dalam kemajuan sistem informasi yang semakin pesat, ulangan harian manual tidak lagi dapat dijadikan sebagai kegiatan rutin. Untuk itu dibutuhkan sebuah media ulangan harian berbasis aplikasi smartphone sebagai solusi untuk mengoptimalkan sistem ulangan harian manual. Aplikasi ulangan harian ini bermanfaat untuk menghemat waktu yang biasanya digunakan untuk mengoreksi ulangan harian dan dapat menghemat kertas / buku yang biasa menjadi sarana utama dalam mengadakan ulangan harian manual, karena beralih menggunakan piranti yang tidak sekali pakai.

METODE

Analisa data dalam penelitian ini adalah analisa data kuantitatif yang diperoleh dari angket respon siswa. Analisis data instrument respon minat siswa sebagai berikut.

Analisa awal dihitung jumlah skor total. Setelah diketahui skor total yang diperoleh, maka dikonversi dalam prosentase.

$$x_{total} = \sum x_i$$
$$Prosentase = \frac{x_{total}}{x_{max}} \times 100\%$$

Setelah dilakukan analisis awal dan konversi, selanjutnya dilakukan interpretasi data dengan menggunakan kriteria penilaian menurut Arikunto (2010), yaitu:

- 76% - 100% = Sangat Baik
- 56% - 75% = Baik
- 40% - 55% = Kurang Baik
- 0% - 40% = Tidak Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi dengan guru dan siswa diperoleh informasi bahwa ulangan harian mata pelajaran IPA di SMP sebagai berikut. Bagi siswa dianggap hal yang membosankan, menyulitkan karena harus mengingat kembali apa yang dipelajari sebelumnya, membuat penasaran hasil ulangan harian karena terlalu lama guru mengumumkan hasil nilai. Sedangkan bagi Guru kejenuhan mengoreksi hasil ulangan harian, sehingga membutuhkan waktu lama untuk mendapatkan hasil, ketika hasil ulangan harian telah diperoleh, ternyata ada siswa yang harus remidi. Pelaksanaan remedial ini membutuhkan waktu lama, sehingga nilai akhir ulangan harian seluruh siswa membutuhkan waktu lebih lama lagi, dan kesulitan saat memasukkan nilai ulangan harian pada raport online, karena harus menginput nilai ulangan harian pada data.

Sedangkan berdasarkan hasil analisis kurikulum diperoleh kajian untuk penelitian pengembangan media ulangan harian berdasarkan materi Sistem Gerak sebagai berikut.

Tabel 1. Kajian Indikator Pencapaian Pembelajaran

Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Indikator Pencapaian Pembelajaran
3.1 Menganalisis gerak pada	Sistem Gerak pada	• Mampu mengamati struktur dan fungsi

Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Indikator Pencapaian Pembelajaran
<p>mahluk hidup, sistem gerak pada manusia, dan upaya menjaga kesehatan sistem gerak</p> <p>4.1 Menyajikan karya tentang berbagai gangguan pada sistem gerak, serta upaya menjaga kesehatan sistem gerak manusia</p>	<p>Manusia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Struktur dan fungsi rangka • Struktur dan fungsi sendi • Struktur dan fungsi otot • Upaya menjaga kesehatan sistem gerak 	<p>rangka, sendi, dan otot manusia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mampu melakukan percobaan untuk mengetahui struktur gerak, jenis dan perbedaan serta mekanisme kerja jaringan otot • Mampu mengidentifikasi gangguan pada sistem gerak, upaya mencegah dan cara mengatasinya • Mampu menyajikan hasil pengamatan dan identifikasi tentang sistem gerak manusia dan gangguan serta upaya mengatasinya dalam bentuk tulisan dan mendiskusikannya dengan teman
<p>3.2 Menganalisis gerak lurus, pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan hukum Newton, dan penerapannya pada gerak benda dan gerak makhluk hidup</p> <p>4.2 Menyajikan hasil penyelidikan pengaruh gaya terhadap gerak benda</p>	<p>Gerak dan Gaya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerak pada benda • Hukum Newton tentang gerak • Penerapan Hukum Newton pada gerak makhluk hidup dan benda 	<ul style="list-style-type: none"> • Mampu melakukan percobaan gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan • Mampu melakukan percobaan mengukur kecepatan dan percepatan • Mampu melakukan percobaan hukum Newton dan menganalisis hubungannya pada gerak makhluk hidup dan benda dalam kehidupan sehari-hari • Mampu melaporkan/ memaparkan hasil penyelidikan pengaruh gaya terhadap gerak benda dalam bentuk tulisan • Mampu mengamati dan mengidentifikasi proses gerak pada tumbuhan dan hewan untuk menjelaskan penerapannya pada benda, seperti pesawat, kapal selam
<p>3.3 Menjelaskan konsep usaha, pesawat sederhana, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari termasuk kerja otot pada struktur rangka manusia</p> <p>4.3 Menyajikan hasil penyelidikan atau pemecahan masalah tentang manfaat penggunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari</p>	<p>Pesawat Sederhana</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kerja/Usaha • Jenis pesawat sederhana • Keuntungan mekanik • Prinsip pesawat sederhana pada otot dan rangka manusia 	<ul style="list-style-type: none"> • Mampu mengamati cara kerja pesawat sederhana secara langsung/video • Mampu mengidentifikasi jenis pesawat sederhana seperti katrol, roda berporos, bidang miring • Mampu melakukan percobaan dan mengidentifikasi mekanisme kerja pesawat sederhana serta hubungannya dengan kerja otot pada struktur rangka manusia • Mampu melaporkan/ memaparkan hasil penyelidikan tentang manfaat pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari

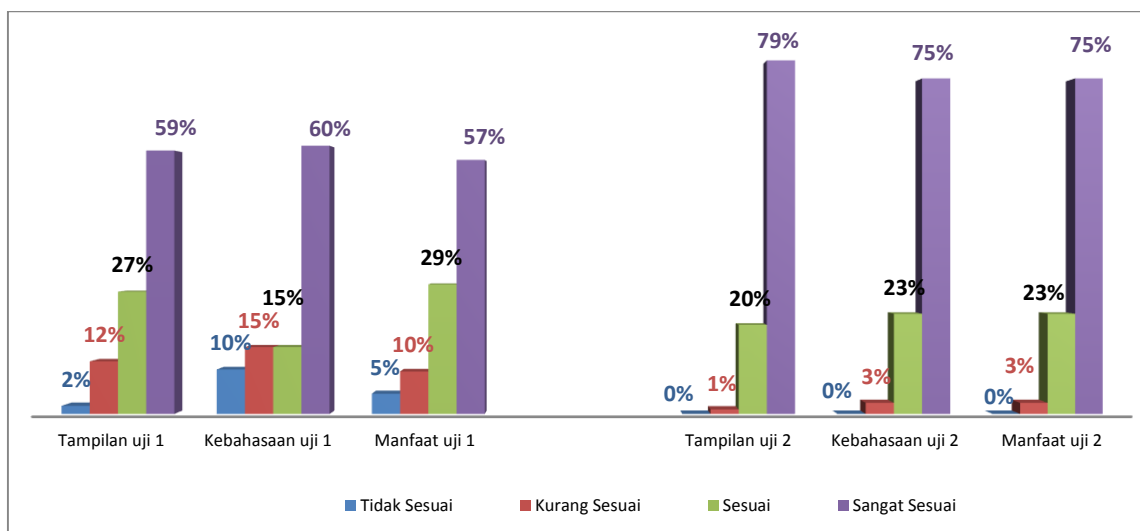
Terdapat dua tahapan dalam pelaksanaan produk ulangan harian berbasis aplikasi smartphone pada pembelajaran IPA yakni kelompok kecil dan kelompok besar. Berikut butir

penilaian instrumen respon minat terhadap produk media ulangan harian berbasis aplikasi smartphone.

Tabel 2. Butir Penilaian Instrumen Respon Minat Siswa

Instrumen	Sub Kriteria	Butir Penilaian
Respon	Tampilan	1. Langkah-langkah pengerjaannya mudah diikuti
		2. Menyenangkan karena terhubung dengan HP
		3. Mempermudah dalam pengerjaannya
		4. Konsep-konsep soal dapat dipahami dengan mudah karena terdapat gambar yang jelas
		5. Meningkatkan minat dalam pengerjaannya
	Kebahasaan	6. Informasi/kalimat yang di tampilkan mudah di pahami
		7. Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar
	Manfaat/Kegunaan	8. Lebih bermakna, karena dapat melatih belajar mandiri dengan soal latihan

Berdasarkan hasil dari pelaksanaan pada pembelajaran IPA, untuk mengetahui respon minat siswa maka diperoleh data sebagai berikut.



Gambar 5.9. Persentase Respon Minat Siswa

Dari gambar diatas diperoleh bahwa respon minat pada ujicoba kelompok kecil pada aspek tampilan yang sesuai dengan minat siswa sebesar 59% yaitu dengan kategori baik, pada aspek kebahasaan yang sesuai dengan minat siswa sebesar 60% dengan kategori baik, dan pada aspek manfaat yang sesuai dengan minat siswa sebesar 57% dengan kategori baik. Berdasarkan hasil uji kelompok kecil yang secara keseluruhan respon minat siswa baik, maka dilakukan perbaikan agar dapat meningkat respon minat siswa terhadap media ulangan harian berbasis aplikasi smartphone. Berdasarkan perbaikan dari hasil uji kelompok kecil, maka diperoleh persentase respon minat siswa yaitu pada aspek tampilan yang sesuai dengan minat siswa sebesar 79% yaitu

dengan kategori sangat baik, pada aspek kebahasaan yang sesuai dengan minat siswa sebesar 75% dengan kategori baik, dan pada aspek manfaat yang sesuai dengan minat siswa sebesar 73% dengan kategori baik.

Respon merupakan perilaku yang berasal dari tanggapan atau jawaban dari suatu persoalan atau masalah tertentu. Perilaku individu selalu tertuju pada tujuan yang ingin dicapai, berdasarkan tiga pertanyaan yaitu: apa yang ingin dicapai, bagaimana cara mencapai, dan mengapa melakukan kegiatan tersebut. Hal ini juga mendasarkan pada perilaku siswa dalam proses pembelajaran. Sehingga para pendidik harus memahami konsep ini agar mendapatkan respon positif dari siswa sehingga meraih tujuan yang ingin dicapai dalam proses pembelajaran. Respon ini muncul jika terdapat minat yang tinggi dari diri siswa dalam mencapai tujuan dari kegiatan belajar mengajar tersebut.

Selama ini rendahnya minat siswa terhadap belajar dan lebih memilih memainkan alat komunikasi *smartphone* di bandingkan dengan belajar. Siswa tidak fokus dan tidak konsentrasi dalam proses belajar. Terkadang siswa lebih memilih memainkan *smartphone* yang mereka miliki ketika guru sedang menjelaskan siswa di sekolah. Karena asyik dengan *handpone* siswa lupa akan kewajibannya sebagai seorang siswa yaitu belajar. Kegemaran memainkan *smartphone* dapat menyita waktu siswa untuk belajar dan mengerjakan tugas rumah. Dengan menggunakan media ulangan harian berbasis aplikasi *smartphone* maka dapat meningkatkan minat siswa dalam pembelajaran, karena penggunaan *smartphone* merupakan hal yang menarik dan familiar bagi siswa. Senada dengan Budianto (2013) yang menawarkan suatu variasi dalam kegiatan pembelajaran melalui media komputer pembelajaran yang bisa digunakan guru dalam proses pembelajaran. Sehingga tujuan dari proses belajar mengajar agar terlaksana dengan efektif karena terdapat media yang menunjang proses pembelajaran dapat tercapai. Oleh karena itu sangat diperlukan kreatifitas guru untuk menyediakan media yang dapat merangsang perkembangan secara optimal potensi siswa salah satunya adalah menerapkan media ulangan harian berbasis aplikasi *smartphone*.

SIMPULAN

Respon minat siswa terhadap media ulangan harian berbasis aplikasi *smartphone* pada pembelajaran IPA SMP mengalami peningkatan yaitu pada aspek tampilan yang sesuai dengan minat siswa sebesar 20% yaitu dengan kategori sangat baik, pada aspek kebahasaan yang sesuai dengan minat siswa sebesar 15% dengan kategori baik, dan pada aspek manfaat yang sesuai dengan minat siswa sebesar 16 % dengan kategori baik..

DAFTAR RUJUKAN

- Agustina, R., Masykur, K & Syubani. 2012. Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Sains Teknologi Masyarakat Pokok Bahasan Gelombang Elektromagnetik untuk Kelas X SMAN 10 Malang. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Negeri Malang Vol.2, No.1 (2012)*.
- Budianto, A. W. 2013. Pengembangan Media Komputer Pembelajaran Materi Tentang Ekosistem Pada Mata Pelajaran Biologi Untuk Siswa Kelas VII Di SMP Negeri 8 Kota

Mojokerto. Universitas Negeri Surabaya. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan VOL 1 NO 3.*

Hasbiyati, H., 2017. E-Book Berekstensi epub Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Smartphone. *Penerbit UIJ Kyai Mojo.*

Penerapan Metode Pictorial Riddle terhadap Penguasaan Konsep Fisika Dasar Mahasiswa Teknik Sipil Unisba Blitar

Hazairin Nikmatul Lukma, Deddy Setyawan, Chosinawarotin

Universitas Islam Balitar, Blitar

Email: haza.airin@gmail.com

Abstrak (calibri font 11)

Fisika Dasar merupakan mata kuliah dasar yang wajib dikuasai mahasiswa Program Studi Teknik Sipil. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan penerapan metode *Pictorial Riddle* antara sebelum dan sesudah pembelajaran. Desain penelitian adalah onegroup pretest-posttest design. Hasil menunjukkan ada perbedaan pada tingkat penguasaan konsep Fisika Dasar sebelum dan sesudah pembelajaran dengan metode *Pictorial Riddle*.

Kata Kunci

pictorial riddle,
penguasaan konsep,
Fisika Dasar

PENDAHULUAN

Seorang pendidik, baik itu dosen maupun guru memiliki peran yang sangat penting dalam sebuah pembelajaran. Pendidik adalah penentu iklim dalam kelas, bahwa pembelajaran dapat berlangsung dengan baik atau pembelajaran dapat berjalan efektif serta sesuai dengan tujuan pembelajaran. Hal ini sebagaimana tertuang dalam Standar Nasional Pendidikan (SNP) pasal 19 ayat 1, disebutkan bahwa :

"Proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi siswa untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik"

Ilmu fisika adalah bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan ilmu mencari tahu tentang alam secara sistematis, sehingga bukan hanya sebagai penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta, konsep atau prinsip saja, tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Sebagai salah satu mata kuliah yang wajib dikuasai oleh mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fisika Dasar tentunya juga tak lepas dari kegiatan proses menemukan tersebut. Dewasa ini, dalam penguasaan konsep Fisika dasar dititikberatkan pada proses terbentuknya pengetahuan melalui suatu penemuan dan penyajian data.

Sebagaimana yang telah disebutkan di atas tadi, bahwa eksistensi ilmu Fisika terbentuk melalui serangkaian proses pengamatan untuk memperoleh kebenaran empiris, sehingga terbentuk konsep Fisika. Penguasaan konsep itu sendiri dimaknai sebagai kemampuan peserta didik memahami makna baik secara teori maupun ilmiah, serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari, melalui indikator-indikator tertentu. Indikator yang lebih komprehensif dikemukakan oleh Bloom (dalam Ali, 2012:6) adalah sebagai berikut: Mengingat (C1) yakni kemampuan menarik kembali informasi yang tersimpan; Memahami (C2) yakni kemampuan mengkonstruksi makna atau pengertian berdasarkan pengetahuan awal yang dimiliki; Mengaplikasikan (C3) yakni kemampuan menggunakan suatu prosedur guna menyelesaikan

masalah atau mengerjakan tugas; Menganalisis (C4) yakni kemampuan menguraikan suatu permasalahan atau objek ke unsur-unsurnya dan menentukan bagaimana keterkaitan antar unsur-unsur tersebut; Mengevaluasi (C5) yakni kemampuan membuat suatu pertimbangan berdasarkan criteria dan standar yang ada serta; Membuat (C6) yakni kemampuan menggabungkan beberapa unsur menjadi suatu bentuk kesatuan.

Pictorial riddle disusun dalam rangka meningkatkan motivasi dan ketertarikan mahasiswa sebagai peserta didik terhadap mata kuliah fisika dasar, dalam sebuah diskusi kelompok kecil atau kelompok besar. *Pictorial* merupakan salah satu bentuk yang cukup diminati oleh siswa dalam menyelesaikan permasalahan fisika (Patrick B Kohl:1). Gambar, peraga, atau situasi yang sesungguhnya dapat digunakan untuk meningkatkan cara berpikir kritis dan kreatif dari siswa. Suatu "*riddle*" biasanya berupa gambar di papan tulis, papan poster atau diproyeksikan dari suatu transparansi, kemudian guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan "*riddle*" (Moh. Amien, 1979:26-27). Sehingga dapat dikatakan bahwa metode *pictorial riddle* merupakan metode pembelajaran konstruktivis melalui penyajian masalah dalam bentuk ilustrasi gambar dan diharapkan dapat memberikan motivasi mahasiswa untuk menyelesaikannya, sehingga terbentuklah pengetahuan baru dalam proses pemecahan masalah yang dilalui.

Menurut Moh. Amin (1979:27), pendekatan dengan menggunakan *Pictorial Riddle* adalah salah satu teknik/metode untuk mengembangkan motivasi dan ketertarikan mahasiswa di dalam diskusi kelompok kecil maupun besar. Gambar, peraga, atau situasi yang sesungguhnya dapat digunakan untuk meningkatkan cara berpikir kritis dan kreatif siswa. Masih menurut Moh. Amin (1979:27), dalam membuat rancangan (desain) suatu *riddle*, pendidik harus mengikuti langkah-langkah sebagai berikut, yaitu memilih beberapa konsep atau prinsip yang akan diajarkan atau didiskusikan, melukis suatu gambar, menunjukkan suatu ilustrasi atau menggunakan potret (gambar) yang menunjukkan konsep, proses, atau situasi, suatu prosedur bergantian adalah untuk menunjukkan sesuatu yang tidak sewajarnya, dan kemudian meminta mahasiswa untuk mencari dan menemukan mana yang salah dengan *riddle* tersebut, membuat pertanyaan-pertanyaan berbentuk "*divergen*" yang berorientasikan pada proses dan berkaitan dengan *riddle* (gambar dan sebagainya) yang akan membantu siswa memperoleh pengertian tentang konsep atau prinsip apakah yang terlibat di dalamnya.

Secara umum, terdapat dua tipe *Pictorial Riddle*. Tipe yang pertama menunjukkan situasi yang bersifat aktual (nyata), dimana siswa dapat diminta menyebutkan faktor-faktor yang menyebabkan situasi tersebut. Tipe *pictorial riddle* yang kedua yaitu pendidik dapat memanipulasi sesuatu dalam sebuah gambar atau serangkaian gambar, kemudian mahasiswa diminta menunjukkan bagian-bagian yang kurang sesuai dari gambar tersebut. Bentuk dari suatu *riddle* (teka-teki) dapat berupa gambar yang menunjukkan peristiwa "*sebelum*" dan "*sesudah*".

Sebagai contoh dari *riddle* tersebut, ada dua buah gambar yang disajikan, misalkan gambar A dan gambar B. Gambar A menampilkan sebuah benda sebelum terjadi peristiwa. Gambar B menunjukkan benda setelah melewati serangkaian peristiwa, sehingga mengalami perubahan bentuk. Mahasiswa kemudian diminta untuk mengidentifikasi peristiwa yang terjadi, dan faktor-faktor yang menyebabkan benda tersebut hingga mengalami perubahan bentuk. Yang harus diperhatikan dalam menyajikan suatu *Pictorial Riddle* kepada mahasiswa, hendaknya ditunjukkan hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu apa yang harus dicari pada

Pictorial itu, sehingga harus mengerti bagaimana mempelajarinya, serta bagaimana menilai *Pictorial*.

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian ini meliputi variabel bebas yaitu metode *pictorial riddle* dan variabel terikat yaitu penguasaan konsep Fisika, dengan desain penelitian menggunakan *One-Group Pretest- Posttest Design*:

$$O_1 \quad X \quad O_2$$

Keterangan :

O_1 = Penguasaan konsep fisika mahasiswa sebelum pembelajaran *pictorial riddle*

X = Perlakuan kepada mahasiswa yaitu pembelajaran *pictorial riddle*

O_2 = Penguasaan konsep Fisika mahasiswa setelah pembelajaran *pictorial riddle*

Sebagai subyek penelitian adalah seluruh mahasiswa semester I yang telah mengikuti mata kuliah Fisika Dasar Program Studi Teknik Sipil Tahun Akademik 2017/2018. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen penelitian yaitu berupa tes penguasaan konsep fisika dasar ranah kognitif yang mencakup ingatan (C1), pemahaman (C2), penerapan (C3), analisis (C4), sintesis (C5), dan evaluasi (C6). Adapun bentuk instrumen tes dalam penelitian ini adalah *uraian*.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini selanjutnya dianalisis menggunakan uji normalitas dan uji-T berpasangan. Uji normalitas digunakan sebagai uji prasyarat sebelum dilakukan uji-T berpasangan, untuk mengetahui apakah populasi terdistribusi normal atau tidak. Sedangkan uji-T berpasangan digunakan untuk mengetahui perbedaan setelah diberikan perlakuan berupa pembelajaran dengan metode *Pictorial Riddle*. Adapun hipotesis yang diajukan adalah :

H_0 : tidak ada perbedaan pada tingkat penguasaan konsep Fisika Dasar sebelum dan sesudah pembelajaran dengan metode *Pictorial Riddle*

H_1 : ada perbedaan pada tingkat penguasaan konsep Fisika Dasar sebelum dan sesudah pembelajaran dengan metode *Pictorial Riddle*

dengan kriteria pengambilan keputusan yaitu :

Jika $\text{sig.} \geq 0,05$ maka H_0 diterima

$\text{sig.} < 0,05$ maka H_0 ditolak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan uji normalitas sebagai prasyarat sebelum dilakukan uji-T berpasangan, diperoleh hasil bahwa data terdistribusi normal. Hasil uji normalitas diperoleh nilai $p = 0,418$, dengan alfa 5% atau 0,05, maka nilai p yang lebih besar dari 0,05, artinya data selisih berdistribusi normal. Dengan demikian maka bisa dilakukan uji beda secara parametrik dengan uji-T berpasangan.

Setelah uji prasyarat dilampaui, maka selanjutnya dilakukan uji-T berpasangan untuk mengetahui apakah ada perbedaan pada tingkat penguasaan konsep Fisika Dasar antara sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan metode *Pictorial Riddle*. Dari hasil uji-T berpasangan, diketahui bahwa rata-rata nilai saat dilakukan pretest adalah sebesar 73,83 dengan standar deviasi 6,880. Dan setelah diberikan pembelajaran, kemudian dilakukan

posttest, diperoleh nilai rata-rata sebesar 76,91 dengan standar deviasi 6,466. Ada selisih nilai rata-rata antara pretest dan posttest, yakni sebesar 3,08.

Hasil uji-T berpasangan juga menunjukkan angka p sebesar 0,000 yang berarti bahwa $p < 0,05$. Dalam hal ini p merupakan taraf signifikansi. Karena taraf signifikansi kurang dari 0,05 maka H_0 ditolak, sehingga dengan demikian dapat dikatakan bahwa ada perbedaan pada tingkat penguasaan konsep Fisika Dasar sebelum dan sesudah pembelajaran dengan metode *Pictorial Riddle*.

Metode *Pictorial Riddle* merupakan salah satu alternatif dalam metode pembelajaran yang dapat meningkatkan motivasi belajar, dimana metode ini menuntut mahasiswa untuk berpikir kritis sehingga mereka mampu mengeluarkan inisiatifnya sendiri. Selain itu, metode ini juga mampu mendorong mahasiswa untuk dapat berpikir intuitif dan merumuskan hipotesisnya sendiri. Karena disajikan dalam bentuk gambar, maka materi akan terekam lebih lama dalam memori mereka.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan pada tingkat penguasaan konsep Fisika Dasar sebelum dan sesudah pembelajaran dengan metode *Pictorial Riddle*. Rata-rata nilai saat dilakukan pretest adalah sebesar 73,83 dengan standar deviasi 6,880. Dan setelah diberikan pembelajaran, kemudian dilakukan posttest, diperoleh nilai rata-rata sebesar 76,91 dengan standar deviasi 6,466.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DRPM Kemenristek Dikti selaku penyandang dana, Bapak Achendri M. K, S.Pd., ST., MT selaku Ka Lab. Teknik Sipil, serta pihak-pihak lain yang tidak dapat dituliskan satu-persatu.

DAFTAR RUJUKAN

- Arsyad, A. 2002. *Media Pembelajaran*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada, 52- 91.
- Awal, S. Ahmad Yani, Bunga Dara Amin. 2016. Peranan *Pictorial Riddle* terhadap Penguasaan Konsep Fisika pada Siswa SMAN 1 Bontonompo. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4 (2), 249 - 266
- Heryanto, I; Triwibowo T. 2018. *Path Analysis menggunakan SPSS dan Excel*. Bandung : Penerbit Informatika
- Laili Mahmudah, Suparmi, Widha Sunarno. 2014. Pembelajaran Fisika meggunakan Metode *Pictorial Riddle* dan *Problem Solving* ditinjau dari Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemampuan Analis. *Jurnal Inkuiri*, 3 (2), 48 – 59
- Lori A Smolleck and Jacillyn Todd. 2017. The Effect of Science in Motion on Self Efficacy Beliefs Regarding Teaching Science As Inquiry. *International Journal of Applied Research*, 3 (1), 413 - 425.
- Siti Masfuah. 2016. *Pictorial Riddle* melalui Pembelajaran ARCS untuk meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Motivasi Berprestasi Siswa. *Jurnal Konseling Gusjigang*, 2 (1), 104 - 110.
- Siti Masfuah. 2016. *Pictorial Riddle* melalui Pembelajaran ARCS untuk meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Motivasi Berprestasi Siswa. *Jurnal Konseling Gusjigang*, 2 (1), 104 - 110.

- Suryani, Nunuk; Achmad Setiawan; Aditin Putra. 2018. *Media Pembelajaran Inovatif dan Pengembangannya*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya, 47– 108.
- Sutrisno; Suyadi. 2015. *Desain Kurikulum Perguruan Tinggi Mengacu Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya, 132- 157
- Yusuf, Muri. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan*. Jakarta : Kencana Prenadamedia Group, 198– 255.
- Yaumi, Muhammad. 2017. *Media dan Teknologi Pembelajaran*. Jakarta : Kencana Prenadamedia Group, 129– 142.
- Zarisa, AS. 2017. Penerapan Pembelajaran Inkuiri menggunakan Metode Pictorial Riddle pada Materi Alat-Alat Optik untuk Meningkatkan Kreativitas dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5 (1), 1-4.

BIOTILIK Metode Pengukuran Kualitas Air dan Bahan Ajar Pendidikan Lingkungan bagi Masyarakat

Pratama B. Purwanto¹, Tri Hardhaka¹, Mokhamad N. Zaman¹, Thasyah Irdianty², Siti L. M.², Muhamad Luthfika²

¹ Waterforum Kalijogo Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

² Prodi Biologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Email: azamavicenna@gmail.com

Abstrak

Naik turunya kualitas air sungai berbanding lurus dengan perubahan struktur biota didalamnya, dimana untuk menentukan status kualitasnya dapat menggunakan metode Biotilik. Penelitian ini bertujuan memberikan informasi status terkini kualitas air sungai Boyong dan edukasi lingkungan kepada masyarakat. Hasil penelitian menunjukkan indeks Biotilik di 3 titik pemantauan adalah sebesar 2.11, 2.27, dan 1.59. Sedangkan kriteria sungai titik I tercemar ringan (skor 3), titik II tercemar ringan (skor 3), dan titik III tercemar sedang (skor 2.5).

Kata Kunci:

biotilik,
sungai,
kualitas air

PENDAHULUAN

Yogyakarta merupakan salah satu kota yang memiliki banyak sungai, sekitar 19 sungai ada di kota Jogja. Salah satunya Sungai Code yang mengalir melintasi bagian tengah DIY yaitu Kota Yogyakarta. Bagian hulu Sungai Code berada di lereng Gunung Merapi. Hulu Sungai Code mempunyai nama yang berbeda, yaitu Sungai Boyong (Trijoko, et al. 2016).

Sungai Boyong terletak di sebelah utara kota Yogyakarta, tepatnya di Kecamatan Kaliurang, Kabupaten Sleman () (Tisnawati, 2017). Sungai Boyong merupakan hulu dari sungai code. Sungai menjadi faktor penting suatu lingkungan, karena sungai merupakan sumber air yang biasanya dimanfaatkan masyarakat untuk irigasi sawah, MCK, dan kegiatan pariwisata. Yogyakarta dari tahun ke tahun mengalami peningkatan jumlah penduduk, terutama di daerah aliran sungai (DAS). Peningkatan tersebut mengakibatkan aktivitas warga semakin meningkat. Aktifitas masyarakat di sekitar sungai sangat mempengaruhi keadaan sungai, aktifitas tersebut seperti pembuangan limbah, penambangan pasir, dan sebagainya (Tisnawati, 2017).

Pembuangan limbah mengakibatkan adanya bahan pencemaran (polutan) yang merupakan bahan-bahan yang bersifat asing bagi alam atau yang berasal dari alam itu sendiri yang memasuki suatu tatanan ekosistem sehingga mengganggu peruntukan ekosistem tersebut. Polutan terbagi menjadi dua, pertama yaitu polutan alamiah merupakan polutan yang terjadi karena faktor alam seperti akibat letusan gunung merapi. Kedua, polutan antropogenik yaitu polutan yang diakibatkan oleh aktivitas manusia, contohnya kegiatan industri, kegiatan rumah tangga, kegiatan urban (Effendi, 2003).

Sungai boyong merupakan bagian dari sungai gajahwong. Dari penelitian di gajahwong beberapa titik sungai tersebut dinyatakan tercemar, didukung oleh data penelitian Balai Besar Wilayah Serayu Opak (BBWS) tahun 2013. Titik pantau area kota gede nilai BOD 5,9 dan 13,5, nilai COD 36,6, nilai tersebut menurut Kep.Men.LH No.115 tahun 2003 tentang pedoman status

Diterima:

10 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

24 Desember 2018

mutu air angka tersebut melebihi buku mutu sehingga status tersebut tercemar berat (Balai Besar Wilayah Serayu Opak, 2013). Hal senada didukung oleh penelitian TIM BIOTILIK sungai gajahwong (mahasiswa Biologi dan Pendidikan Biologi UIN SUKA) menyatakan bahwa dari 10 titik yang diteliti, 7 dari titik tersebut termasuk tercemar ringan dengan skor biotilik 2,75 hingga 3,25. 3 titik tidak tercemar dengan skor 3,5 pada ke 3 titik tersebut (TIM BIOTILIK SUNGAI GAJAHWONG, 2018).

Mengingat pentingnya sungai bagi masyarakat serta ancaman sungai semakin besar diakibatkan oleh beberapa faktor diatas. Dan data di beberapa titik sungai gajahwong yang mulai tercemar maka, sungai ini harus mendapatkan perhatian khusus. Salah satu cara untuk penyelamatan sungai adalah dengan penelitian kualitas air sungai, data hasil penelitian diharapkan bisa membuka kesadaran masyarakat dan edukasi masyarakat tentang sungai. Salah satu metode yang dilakukan untuk pemantauan kualitas air sungai adalah metode biotilik. Biotilik adalah pemantauan kualitas air sungai menggunakan indikator biota (makroinvertebrata). Biotilik mudah dilakukan, hasilnya akurat, serta tak membutuhkan biaya yang mahal, dan peralatannya mudah. Hal tersebut menjadi keunggulan untuk biotilik yang dapat dilakukan oleh masyarakat yang peduli terhadap sungai. Pemantauan biota yang digunakan adalah makroinvertebrata, seperti udang, serangga air, kepiting, dan cacing (Rini, 2011).

Edukasi tentang sungai penting dilakukan, mengingat sungai merupakan salah satu aspek terpenting untuk kehidupan. Dengan adanya metode biotilik ini diharapkan masyarakat dapat melakukan penelitian dan pengolahan data sendiri, sehingga dapat menumbuhkan kesadaran untuk melestarikan sungai.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2018 di sungai boyong, dusun Jaban, Sinduharjo, Kecamatan Ngaglik, kabupaten Sleman, Provinsi Yogyakarta. Alat-alat yang digunakan yaitu; 1) biotilik net, 2) nampan plastik berukuran 30x20 cm, 3) *sperating box*, 4) sendok plastik, 5) kuas kecil, 6) loop (kaca pembesar). Bahan penelitian ini adalah organisme makroinvertebrata dengan air secukupnya yang digunakan sebagai media gerak organisme.

Prosedur kerja yang dilakukan pada penelitian ini dibagi dalam 2 tahap. Tahap 1 pemeriksaan habitat sungai yang meliputi kondisi substrat dasar sungai, vegetasi bantaran sungai, tingkat sedimentasi, adanya modifikasi sungai, dan aktivitas manusia di sekitar sungai. Pengamatan habitat dilakukan dalam jarak pandang 100 meter dan meliputi gambaran umum dalam jarak pandang habitat yang diamati dalam penentuan lokasi sungai.

Tahap 2 pengambilan sampel makroinvertebrata bentos. Pertama-tama, penentuan lokasi titik pengambilan sampel. Pengambilan sampel dapat dilakukan dengan cara berlawanan sisi (sisi kanan-kiri) atau zig-zag dan pada salah satu sisi sungai (sisi kiri). Dimulai dari titik lokasi yang paling hilir yaitu titik 1 kemudian dilanjutkan ke titik 2 dan 3 ke arah hulu sungai. Masing-masing titik sebaiknya memiliki substrat yang berbeda agar didapatkan makroinvertebrata bentos yang beragam jenis. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik kicking dan teknik jabbing. Teknik kicking adalah teknik yang menggunakan kaki sebagai alat pengaduk dasar sungai atau substrat. Teknik ini biasa digunakan pada dasar sungai yang dangkal. Pemantau sungai masuk ke dalam sungai dengan meletakkan jaring didepan badan menghadap hulu sungai atau searah dengan aliran air sungai. Kemudian pemantau sungai mengaduk-aduk substrat di depan mulut jaring selama 1 menit agar merangsang organisme untuk keluar dari

tempat persembunyiannya dan hanyut masuk ke dalam jaring. Teknik jabbing adalah teknik yang dilakukan pada tepian sungai dengan memasukkan jaring ke dalam permukaan dasar sungai yang mulut jaring menghadap arah hulu atau arah datangnya aliran sungai, sambil menyapukan jaring secara perlahan.

Setelah melakukan teknik kicking dan teknik jabbing angkat jaring ke atas permukaan air dan dibersihkan antara markobentos dari lumpur, sersah . Sampel diletakkan di nampan kemudian dikelompokkan, pengelompokkan sampel organisme dengan pengamatan pergerakan dari organisme di air. Kuas dan sendok plastik digunakan untuk mengambil sampel yang kecil dan bila diperlukan, menggunakan loop untuk melihatnya. Organisme diletakkan pada kotak plastik bersekat dan dibedakan berdasarkan tingkat famili. Usahakan untuk mengambil seluruh organisme yang terdapat dalam nampan plastik terutama yang berukuran kecil dan kelompok serangga Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT) yang merupakan hewan yang sensitive terhadap penurunan kualitas air. Jumlah organisme yang akan diambil dari sungai yang dipantau adalah 100 ekor. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap titik lokasi sungai. Lakukan identifikasi berdasarkan lembar panduan BIOTILIK yang didalamnya sudah terdapat parameter indeks skor. Hitung jumlah organisme dan catat jenis famili masing-masing organisme serta skor indeks parameter BIOTILIK.

Penilaian kualitas air sungai dengan BIOTILIK dilakukan dengan menghitung 4 parameter yang terdapat pada lembar panduan BIOTILIK yaitu jenis famili, keragaman jenis EPT kelompok serangga Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera, presentase kelimpahan EPT, dan indeks BIOTILIK. Rata-rata hasil penghitungan mengindikasikan kondisi kualitas air sungai yang diperiksa dengan mengikuti ketentuan pada lembar panduan BIOTILIK.

$$\begin{aligned} \text{Persentase Kelimpahan EPT} &= (n \text{ EPT} / N) \times 100\% \\ \text{INDEKS BIOTILIK} &= (X/N) \end{aligned}$$

$n \text{ EPT}$ = Jumlah individu anggota EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Tricoptera)

N = Jumlah Total Individu

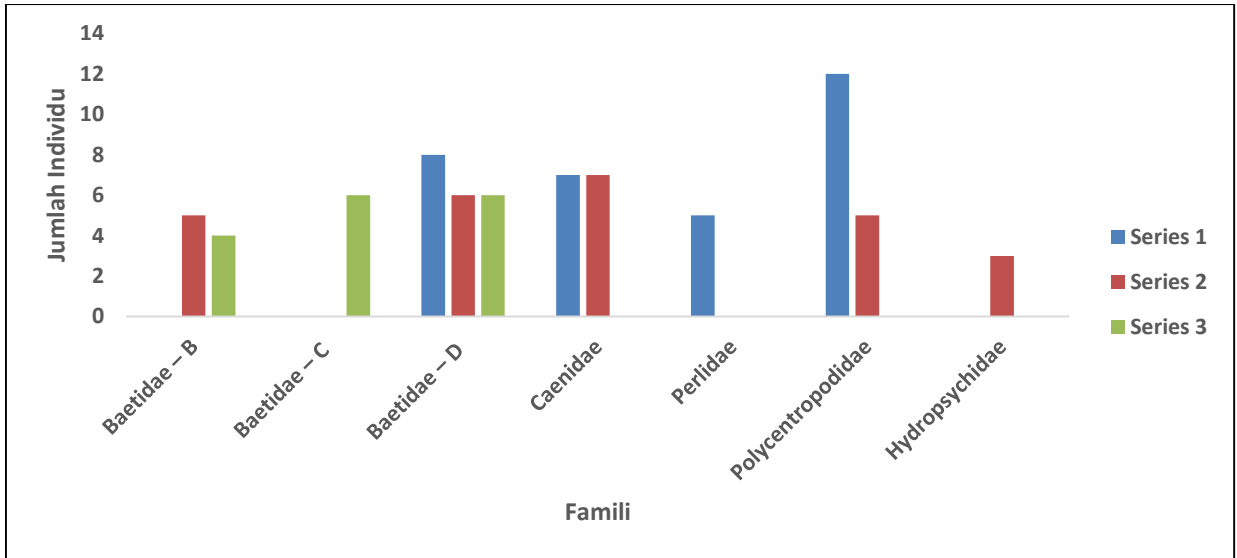
X = Jumlah perkalian skor Biotilik dan jumlah individu

Tabel 1. Skoring dan Penilaian Sampel

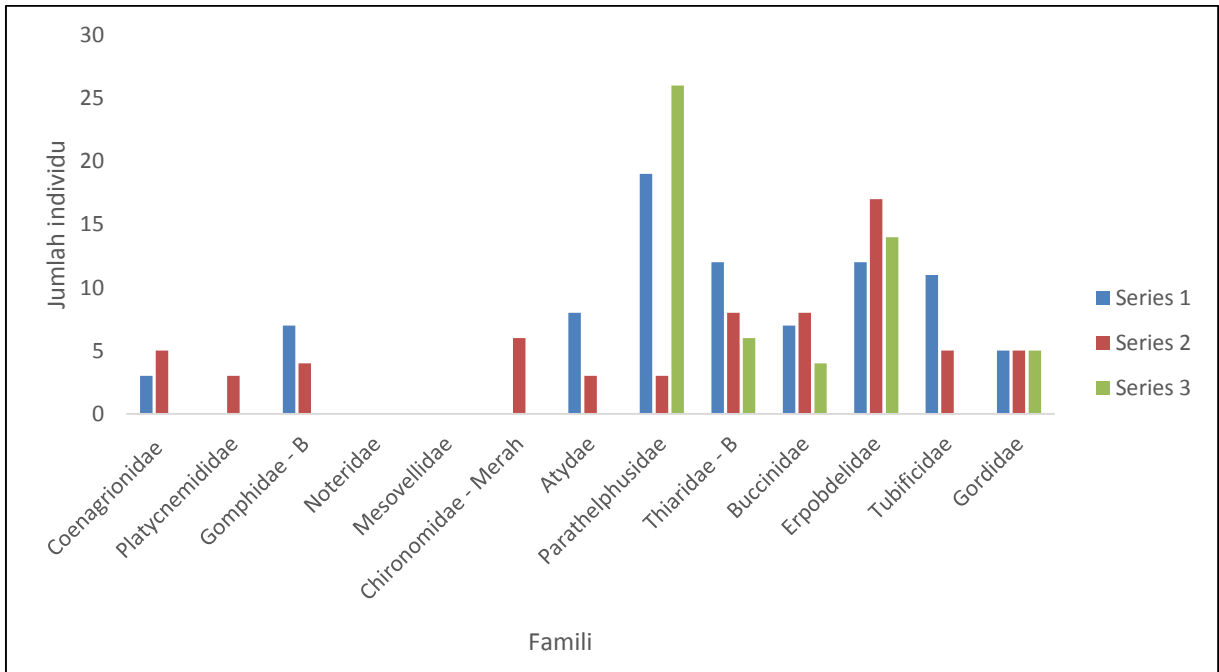
PARAMETER	SKOR				SKOR Penilaian
	4	3	2	1	
Keragaman Jenis Famili	>13	10-13	7-9	<7	
Keragaman Jenis EPT	>7	3-7	1-2	0	
% Kelimpahan EPT	>40%	>15 – 40%	>0 – 15%	0%	
Indeks BIOTILIK	3,3 - 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	
	Total Skor				
	Skor Rata-Rata (Total Skor/ 4)				
Kriteria Kualitas Air	Tidak Tercemar	Tercemar Ringan	Tercemar Sedang	Tercemar Berat	
SKOR Rata-rata	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini didapatkan 7 famili golongan EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, dan Tricoptera) dan 13 famili non EPT. Masing-masing titik pengambilan data memperoleh famili EPT dengan jumlah yang berbeda-beda, titik I ada 4, titik II ada 5, dan titik III hanya ada 3 famili. Sedangkan famili non EPT di masing-masing titik secara berurutan yaitu, titik I ada 11, titik II ada 12, dan titik III ada 7.



Gambar 1. Grafik perolehan famili golongan EPT di 3 titik sungai boyong



Gambar 2. Grafik perolehan famili golongan non EPT di 3 titik sungai boyong

Perolehan jumlah famili di 3 titik berbeda-beda. Keragaman tertinggi ada di titik II, dengan 17 famili. Daerah pengambilan data titik I sebenarnya merupakan daerah paling hulu, namun kondisi sungai sudah ditalud permanen, sehingga lingkungan tidak alami dan tumbuhan riparian di sekitar sungai sudah berkurang. Adanya perubahan lingkungan secara fisik dapat menjadi faktor turunya kondisi kualitas sungai yang ditandai dengan berkurangnya jumlah makrozobentos. Kondisi fisik di titik II lebih alami, tidak terdapat talud permanen, dan banyak tumbuhan di sekitar sungai. makroinvertebrata yang masuk di golongan sangat sensitif dan sensitif, kebanyakan adalah pemakan serasah dari tumbuhan. Adanya ketersediaan sumber makanan di suatu wilayah sungai, maka makrozobentos yang tinggal juga akan semakin beragam.

Tabel 1. Indeks Biotilik, skor penilaian, dan hasil kriteria kualitas air di sungai Boyong.

No	Lokasi	Indeks BIOTILIK	Skor Penilaian	Kriteria Kualitas Air
1	Titik I	2.11	3	Tercemar Ringan
2	Titik II	2.27	3	Tercemar Ringan
3	Titik III	1.59	2.5	Tercemar Berat

Keanekaragaman makrozobentos yang semakin tinggi, akan berbanding lurus dengan kondisi kualitas sungai. Penelitian Sungai boyong menunjukkan hasil bahwa titik II dengan jumlah 17 famili, memiliki indeks Biotilik yang lebih besar daripada titik I dan titik III. Indeks Biotilik titik I hanya 2.11, titik III 1.59, sedangkan di titik II 2.27. Indeks Biotilik, akan berbanding lurus dengan skor biotilik. Semakin tinggi skor biotilik maka kualitas air semakin baik. Kehadiran spesies toleran dan ketidak-hadiran spesies yang tidak toleran dapat digunakan sebagai petunjuk terjadinya pencemaran (Setiawan, 2008).

Kriteria kualitas sungai Boyong, dari tiga titik sampel menunjukkan sudah terjadi pencemaran. Titik I terpantau tercemar ringan. Kemudian di titik II juga tercemar ringan. Titik III yang ada di bagian paling hilir, mulai menurun kualitasnya menjadi tercemar sedang. Pada titik I, kondisi fisik sudah berubah dengan terdapat bendungan, sehingga kualitas airnya lebih rendah dari titik II. Lokasi yang paling hilir, yaitu di titik III terdapat buangan limbah secara langsung ke sungai. Jenis-jenis makrozobentos yang masuk dalam golongan tahan pencemaran paling banyak di temukan di titik III. Seperti Chironomidae – merah ada 26, Erpobdelidae ada 5, dan Tubificidae ada 14. Dennis & Patil (1977) menyatakan bahwa kelompok organisme yang merasakan langsung pengaruh perubahan lingkungan adalah makrozoobentos, karena pada umumnya makrozoobentos tidak berpindah tempat.

Perubahan kualitas perairan akibat jumlah bahan pencemar yang terus bertambah secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi keseimbangan ekologis perairan dan merupakan ancaman bagi organisme yang terdapat di dalamnya. Organisme yang terkena pengaruh tersebut adalah makrozoobentos, karena umumnya organisme ini tidak dapat berpindah tempat ketika terjadi perubahan lingkungan (Rahman, 2009).

Metode Penilaian kualitas air menggunakan metode BIOTILIK dapat digunakan sebagai bahan edukasi lingkungan kepada masyarakat. Karena metode ini mudah dan hanya menggunakan peralatan yang sederhana. Penjagaan lingkungan sungai, sangat berpengaruh oleh kegiatan masyarakat yang tinggal didekat sungai. Pada beberapa kesempatan Kelompok Studi Waterforum Kalijogo dan Mahasiswa Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta melakukan pelatihan pemantauan kualitas sungai menggunakan metode Biotilik kepada masyarakat mulai dari siswa SD, remaja Karang taruna, dan komunitas sungai di DIY. Alat yang digunakan sangat

sederhana, mudah di dapatkan, dan masyarakat dapat secara langsung melakukan monitoring secara mandiri.

Bersama dengan Asosisasi komunitas Sungai Yogyakarta, KPLS, dan organisasi masyarakat kegiatan pemantauan kualitas sungai direncanakan menjadi agenda tahunan. Agenda yang sudah berjalan adalah masuknya Biotilik menjadi salah satu materi dalam jamboree sungai DIY yang dilangsungkan sejak 2016.

SIMPULAN

Didapatkan 7 famili golongan EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, dan Tricoptera) dan 13 famili non EPT. Titik I ada 4, titik II ada 5, dan titik III hanya ada 3 famili. Sedangkan famili non EPT di masing-masing titik secara berurutan yaitu, titik I ada 11, titik II ada 12, dan titik III ada 7. Titik I terpantau tercemar ringan, titik II juga tercemar ringan, dan titik III tercemar sedang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada KPLS (Komunitas Penggiat Lingkungan dan Sungai) dusun Jaban, Sinduharjo, Kecamatan Ngaglik yang telah memberikan fasilitas kepada peneliti. Mas Anton yang membantu dalam proses pengolahan data.

DAFTAR RUJUKAN

- Balai Besar Wilayah serayu Opak (BBWS). 2013. Rekapitulasi hasil pemantauan dan analisa perhitungan metode STORET untuk menentukan status mutu kualitas air sungai gajah wong 2013.
- Dennis B, Patil GD. 1977. *The Use of Community Diversity Indices for Monitoring Trends in Water Pollution Impact*. Tropical Ecology 18 : 36-51.
- Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas air: Bagi Pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Krisnawati, Tri Yulian Widya, Amalia Nurasih, Santoso, AM. (2015). PERANCANGAN MOOLIEF BIOREACTOR UNTUK REMEDIASI AIR SUNGAI BRANTAS KEDIRI TERCEMAR LIMBAH DOMESTIK DAN INDUSTRI. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2015, yang diselenggarakan oleh Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang, tema: "Peran Biologi dan Pendidikan Biologi dalam Menyiapkan Generasi Unggul dan Berdaya Saing Global"*, Malang, 21 (pp. 496–503). Malang: Universitas Muhammadiyah Malang. Retrieved from <http://biology.umm.ac.id/files/file/496-503> Krisnawati .pdf
- Rahman. 2009. Struktur komunitas makrozoobentos di perairan estuaria sungai brantas (sungai Porong dan Wonokromo), Jawa Timur. Skripsi, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan. 2008. Struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas lingkungan Perairan hilir sungai musi. Tesis, Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Trisnawati, Endah dan Ratriningsih, Desrina. 2017. Pengembangan konsep pariwisata sungai berbasis masyarakat. *Jurnal Arsitektur Komposisi*. (1). 5.
- Tim Biotilik .2018. Analisis Kualitas sungai gajah wong menggunakan metode Biotilik. SNPBS UMS III
- Trijoko. 2016. Keanekaragaman jenis ikan di sepanjang sungai Boyong-Code Provinsi DIY. *Jurnal of tropical Biodiversity*. (1). 21-29

Profil Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru Biologi Di Universitas Kapuas Sintang, Kalimantan Barat

Rachmi Afriani dan Marzuki

Pendidikan Biologi FKIP Universitas Kapuas Sintang

Email: rachmiafriani@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengetahui profil literasi sains mahasiswa calon guru biologi di Universitas Kapuas Sintang. Penelitian dilakukan dengan metode deskriptif kualitatif menggunakan kuesioner. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan literasi sains mahasiswa calon guru biologi masih rendah. Hal ini disebabkan oleh rendahnya pemahaman konten, proses dan aplikasi sains, rendahnya kesadaran membaca, menulis dan bereksperimen aktif.

Kata Kunci

calon guru biologi,
literasi sains,
Universitas Kapuas
Sintang

PENDAHULUAN

Arus perkembangan sains dan teknologi yang semakin deras, membawa perubahan orientasi massal pada berbagai sektor kehidupan manusia seperti munculnya “ledakan informasi” Saat ini dunia setiap tahunnya menghasilkan 2.5 Quadriliun byte data dalam bentuk film, media cetak, maupun data digital. Di tengah ketatnya ketidakpastian dan tantangan yang dihadapi setiap orang, maka sistem pendidikan harus mampu mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi perubahan dinamika perkembangan global, tidak hanya menekankan pada pencapaian akademik, namun juga perlu menekankan pada keterampilan abad 21 (NCREL & Metiri Group, 2003; Turiman dkk, 2012), salah satunya adalah keterampilan *digital-age literacy*.

Eksplorasi literasi di era digital dapat dilakukan dengan mengidentifikasi profil literasi-literasi diantaranya adalah literasi sains bagi mahasiswa calon guru biologi di sebuah universitas. Universitas Kapuas Sintang sebagai bagian dari perguruan tinggi memiliki tugas dan tanggung jawab yang besar dalam mencetak tenaga-tenaga calon guru (termasuk calon guru sains) yang berkualitas dan profesional sesuai dengan tuntutan dalam pendidikan abad 21. Penelitian mengenai profil literasi khususnya literasi sains bagi calon guru biologi di Universitas Kapuas Sintang belum pernah dilakukan. Berdasarkan hal tersebut maka tujuan utama dalam penelitian ini adalah menganalisis profil literasi sains mahasiswa calon guru biologi di Universitas Kapuas Sintang.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di FKIP Universitas Kapuas Sintang pada bulan Mei-Juni 2018. Sampel dalam penelitian ini adalah sebanyak 70 orang mahasiswa calon guru biologi dari program studi Pendidikan Biologi Universitas Kapuas Sintang, Kalimantan Barat.

Instrumen Penelitian

Profil literasi sains didapatkan dengan pengujian angket atau kuesioner yang telah divalidasi terhadap mahasiswa dari program studi Pendidikan biologi Universitas Kapuas yang menyelenggarakan pendidikan bagi calon guru biologi di Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat. Kuesioner berisi soal-soal yang mengandung konten sains, proses sains, dan aplikasi sains. Variabel yang di amati dalam penelitian ini adalah kemampuan literasi sains yang termaksud ke dalam salah satu dari 8 indikator *digital-age literacy* sesuai kriteria yang ditetapkan oleh *enGauge of 21st century skills*.

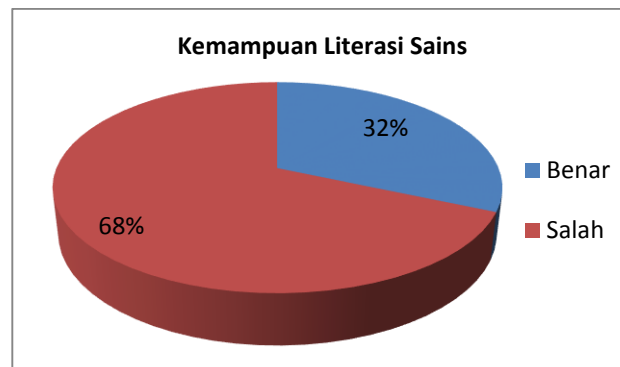
Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan model penelitian deskriptif kuantitatif untuk mengetahui profil literasi sains mahasiswa calon guru biologi. Data yang telah diperoleh dari hasil pengujian, dianalisis dengan menghitung rerata banyaknya soal yang dijawab benar dan salah pada sebanyak 70 orang mahasiswa yang mengisi kuesioner tentang literasi sains. Hasil yang diperoleh kemudian diinterpretasikan ke dalam grafik atau histogram, dievaluasi, dibandingkan dengan kriteria skor dan dibahas dengan mendeskripsikan argumentasi ilmiah berdasarkan literatur yang relevan (Riduwan, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data mengenai literasi sains dalam penelitian ini mencakup berbagai aspek seperti analisis, interpretasi, evaluasi, dan argumentasi ilmiah. Hasil uji terhadap literasi sains memberikan gambaran besar tidaknya kemampuan mahasiswa dalam mengaplikasikan pengetahuan sains yang dimiliki untuk memecahkan persoalan keseharian terkait dengan materi yang dipelajari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains mahasiswa berada pada kategori rendah. Soal yang terjawab dengan benar berkisar antara 3-4 soal dari 11 item pertanyaan yang diajukan. Hal ini sejalan dengan data literasi sains pada siswa Indonesia yang mengalami penurunan. Tercatat terdapat penurunan sebanyak 10 poin selama 9 tahun penilaian dari tahun 2000 hingga 2009 yang dilakukan oleh PISA terhadap siswa di Indonesia (Pusat Penilaian Pendidikan Litbang, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran sains di Indonesia umumnya masih didominasi oleh praktik yang menganggap bahwa pengetahuan sains itu berupa seperangkat fakta yang harus dihafal.

Secara rinci, data kemampuan literasi sains mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Kemampuan Literasi Sains

Soal-soal literasi sains yang diberikan dalam penelitian ini bersifat multidimensional karena mencakup konten sains, proses sains, dan konteks aplikasi sains. Menurut Toharudin dkk (2011), konten sains merujuk pada konsep kunci untuk memahami fenomena alam tertentu dan perubahan-perubahan yang terjadi akibat kegiatan pengkajian manusia. Sedangkan proses sains yaitu kemampuan peserta didik untuk menggunakan pengetahuan dan pemahaman ilmiah dalam menjawab suatu pertanyaan atau memecahkan masalah. Konteks aplikasi sains melibatkan isu-isu penting dalam kehidupan sehari-hari secara umum. Hal ini dilakukan agar mahasiswa mampu menyadari bahwa terdapat banyak contoh dalam kehidupan sehari-hari yang dapat dijabarkan secara ilmiah untuk menjawab peristiwa yang terjadi di sekitar mereka.

Berdasarkan hasil penelitian yang tergambar dalam Diagram 1, diketahui bahwa sebanyak 32 % saja mahasiswa yang mampu menjawab soal-soal terkait literasi sains dengan benar. Nilai ini lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai persentase mahasiswa yang sebagian besar menjawab pertanyaan dengan salah. Artinya, kemampuan literasi sains mahasiswa sangat rendah. Hal ini erat kaitannya dengan skill membaca mahasiswa di Indonesia yang masih sangat rendah. Budaya membaca terkesan dipaksa dengan cara membeli buku dan kemauan meluangkan waktu untuk membaca masih rendah. Padahal literasi sains tidak akan tumbuh jika kemauan dan kesadaran untuk membaca tidak dimiliki setiap mahasiswa (Nofiana dan Julianto, 2017). Selain itu, keadaan ini pada dasarnya juga tidak dapat dipisahkan dari budaya yang telah lama ada, yaitu budaya menghafal pada banyak mata kuliah terkait sains sehingga di dalam proses pembelajaran tidak banyak yang mencoba mengaitkan materi dengan aplikasi sains dalam kehidupan sehari-hari. Akibatnya, mata kuliah terkait sains tidak berorientasi pada memahami materi namun lebih cenderung kepada hafalan karena dorongan adanya tes atau pengambilan nilai dalam waktu tertentu.

Hasil penelitian terhadap aspek konteks sains juga masih sangat rendah. Hal ini terlihat dari jawaban-jawaban teoritik yang dipilih dan belum mampu mengaplikasikan konsep materi untuk memecahkan masalah-masalah sains yang dijumpai pada soal-soal yang diujikan. Ibrahim dkk (2006) menyatakan bahwa rendahnya salah satu dimensi sains akan berpengaruh terhadap dimensi literasi sains lainnya. Rendahnya pemahaman konsep mahasiswa terhadap pengetahuan sains akan berdampak pada rendahnya aplikasi sains. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa meskipun beberapa siswa sangat pandai menghafal, namun kurang terampil dalam mengaplikasikan pengetahuan yang dimiliki.

Kemampuan literasi sains berkaitan erat dengan kemampuan riset mahasiswa. Berdasarkan hasil penelitian, mahasiswa tampak hanya memiliki kemampuan pengetahuan ilmiah berdasarkan fakta sederhana. Mahasiswa kurang mengembangkan eksperimen aktif serta rendahnya budaya membaca dan menulis menjadi penyebab rendahnya kemampuan literasi sains mahasiswa calon guru sains di Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Kapuas Sintang. Oleh karena itu, melalui hasil penelitian, diperlukan adanya pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan literasi sains mahasiswa sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Pembelajaran literasi sains adalah pembelajaran yang relevan untuk mengembangkan kemampuan literasi sains yang sesuai dengan proses dan produk kehidupan sehari-hari dalam masyarakat, dan sains bukan hanya kumpulan pengetahuan tentang benda atau makhluk hidup tetapi menyangkut cara kerja, cara berpikir, dan cara memecahkan masalah (Haristy dkk; Nofiana dan Julianto, 2017).

SIMPULAN

Pengukuran profil literasi sains mahasiswa calon guru biologi di Universitas Kapuas Sintang dilakukan berdasarkan aspek konten sains, proses sains dan konteks aplikasi sains. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains mahasiswa calon guru biologi masih sangat rendah dengan persentase sebesar 32%. Rendahnya pemahaman konsep sains, proses sains, dan konteks aplikasi sains menjadi penyebab rendahnya kemampuan literasi mahasiswa. Selain itu, minimnya kesadaran membaca dan menulis serta rendahnya kesadaran untuk melakukan eksperimen aktif juga menjadi penyebab rendahnya kemampuan literasi sains mahasiswa calon guru biologi di Universitas Kapuas Sintang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih dan penghargaan diberikan kepada Pandi, Reni dan Suli yang telah membantu dalam mengumpulkan dan mengolah data penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Haristy DR., Enawaty E., & Lestari, I. 2012. Pembelajaran Berbasis Literasi Sains pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit Di SMA Negeri 1 Pontianak. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 2 (12), 1-13.
- Ibrahim MA, Apar, Hafiz N. 2006. *Tahap Literasi Sains dalam Kalangan Pelajar Tingkatan Empat Sekolah Akhir Agama Di daerah Hilir Perak*. Perak : UTM.
- NcREL & Metiri Group. 2003. *enGauge 21st century skills: literacy in the digital age*. US: NCREL & Metiri Group Soh.
- Tarsad N, & Osman K. 2010. The relationship of 21st century skills on students' attitude and perception towards physics. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 7(C): 546–554
- Nofiana M, Julianto T. 2017. Profil Kemampuan Literasi Sains Siswa SMP Di Kota Purwokerto Ditinjau dari Aspek Konten, Proses, dan Konteks Sains. *Jurnal Sains Sosial dan humaniora*, 1(2), 77-84.
- OECD-PISA. 2004. *Learning for Tomorrow's World*. USA : OECD-PISA.
- Pusat Penilaian Pendidikan Litbang. 2011. *Survey Internasional PISA*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Riduwan, 2010. *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Toharudin U, Hendrawati S, Rustaman A. 2011. *Membangun Literasi Sains Peserta Didik*. Bandung : Humaniora.
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 59, 110 – 116.

Peningkatan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMAN 5 Kediri pada Mata Pelajaran Biologi dengan Strategi Pembelajaran *Group Investigation* Berbasis *Lesson Study*

Rinda Wahyutiani¹, Titis Mulyaningtyas¹, Asep Satria Kurniawan¹, Sri Hidayati Rachmat², Sulistiono¹, Agus Muji Santoso¹

¹ Universitas Nusantara PGRI Kediri

² Guru Biologi SMAN 5 Kediri

Email: wahyutianirinda@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak penerapan *Group Investigation* berbasis *Lesson Study* pada mata pelajaran biologi terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas dengan berbasis *Lesson study* melalui penerapan strategi *Group Investigation* pada KD 3.9 sampai KD 3.10. Penelitian dilakukan sebanyak tiga siklus. Subyek penelitian adalah siswa kelas X MIPA 5 (35 siswa) dan dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2017-2018 antara bulan Maret - April 2018. Data hasil belajar siswa didapat dari soal *post test* sebanyak 4 soal. Data hasil belajar dianalisis secara deskriptif yaitu dengan membandingkan data dari siklus 1, siklus 2, dan siklus 3. Hasil yang diperoleh antara lain: ada peningkatan hasil belajar yaitu secara berurutan dari siklus 1 sampai 3 adalah 35,11%, 61,04%, 79,47%. Hasil dari penelitian yang dilakukan dalam meningkatkan hasil belajar melalui penerapan strategi *Group Investigation* berbasis *Lesson Study* dikategorikan sangat baik, karena setiap siklus mengalami kenaikan. *Lesson learn* kegiatan ini adalah hasil belajar siswa dapat mengalami kenaikan dan tim PTK LS mampu saling belajar dalam meningkatkan serta mengembangkan strategi pembelajaran guna meningkatkan hasil belajar siswa.

Kata Kunci::

hasil belajar, *Group Investigation*, *lesson study*, pembelajaran Biologi

PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil analisis proses pembelajaran yang dilakukan pada kelas X SMA Negeri 5 Kediri diperoleh beberapa penemuan yaitu, guru belum pernah menerapkan strategi pembelajaran di dalam kelas, laboratorium digunakan sebagai kelas dan penyampaian konsep dalam pembelajaran agar mudah dipahami siswa. Permasalahan guru tersebut berdampak pada hasil belajar siswa di kelas. Setelah melihat nilai hasil ujian dan wawancara kepada guru, hasil yang dicapai masih jauh dari rata-rata dan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Rendahnya hasil belajar siswa ini disebabkan oleh pemahaman peserta didik terhadap materi yang diajarkan. Guru lebih bersifat dominan kepada siswa dan belum diterapkannya metode maupun model pembelajaran kooperatif guna mendukung siswa untuk bekerja sama dalam menyelesaikan tugas akademik, yang membutuhkan pemikiran secara mendalam. Model pembelajaran tipe GI merupakan salah satu model pembelajaran kooperatif.

Model pembelajaran GI adalah kegiatan investigasi dalam kelompok yang mampu memberikan kesempatan bagi siswa untuk berpartisipasi dalam pemecahan masalah, sehingga permasalahan dalam pelajaran dapat terselesaikan (Aliwu, dkk. 2016). Model GI merupakan suatu proses pembelajaran yang bersifat kelompok yang mana peserta didik akan berusaha untuk menemukan suatu informasi seri (gagasan, opini, data, solusi atau jawaban) dan lain sebagainya yang berkaitan dengan pembelajaran dari berbagai sumber pendukung yang terkait. Secara bersama siswa akan berusaha untuk mengevaluasi dan mensintesis kebenaran informasi yang telah diperoleh, pada model pembelajaran ini peserta didik diharapkan mampu berfikir mandiri, dan mengembangkan kemampuan sosial emosionalnya dalam bekerja berkelompok (Dewi, 2015).

Peningkatan hasil belajar kognitif dengan menggunakan model pembelajaran GI mencapai nilai ketuntasan 97,36% (Dewi, 2015). Hal yang sama dinyatakan oleh Sari (2015) melalui penerapan model pembelajaran kooperatif tipe GI dapat meningkatkan hasil belajar siswa dari segi kognitif yaitu siklus I mencapai rerata 80,30 dan pada siklus II mengalami peningkatan menjadi 85,15. Aliwu, dkk. (2016) menerangkan bahwa penerapan model pembelajaran kooperatif tipe GI dapat meningkatkan aktivitas belajar siswa pada mata pelajaran IPA dengan capaian berkisar antara 64.6% sampai 87.2%. Demikian pula menurut Primasari (2015) bahwa hasil belajar meningkatkan hasil belajar kognitif. Berdasarkan uraian diatas dapat diambil kesimpulan bahwa model pembelajaran tipe GI dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Pelaksanaan model pembelajaran ini akan mudah dan maksimal apabila dilakukan berbasis *Lesson Study* (LS). Peningkatan mutu pembelajaran melalui pengkajian pembelajaran secara kolaboratif dan berkelanjutan dapat dilaksanakan secara LS. Siswa memiliki kesempatan untuk aktif dalam proses pembelajaran sehingga siswa tidak hanya mendengar tetapi juga beraktivitas dan guru bersifat sebagai fasilitator. Menurut Prayitno (2015), kegiatan pembelajaran dengan berbasis LS dapat membantu keterlaksanaan pembelajaran di kelas berjalan dengan baik. Hal ini dapat dilihat melalui keterlaksanaan fase *planning*, fase *observing* dan *implementing* (meliputi *plan*, *do*, dan *see*), dan tahap *reflecting*. Pada tahap-tahap tersebut terjadi perbaikan pada perencanaan pembelajaran (meliputi isi RPP), alat, bahan, dan media pembelajaran, serta instrumen pembelajaran. Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa kelas X SMAN 5 Kediri pada mata pelajaran biologi dengan strategi pembelajaran GI berbasis LS.

METODE

Jenis penelitian ini adalah Penelitian Tindakan Kelas (*Classroom Action Research*) yang dilakukan secara kolaboratif berbasis *Lesson Study* dengan menggunakan model Kemmis and Mc. Taggart (Susilo, 2012). Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 5 Kediri pada semester genap selama 1 bulan. Data hasil belajar siswa didapat dari soal *post test* sebanyak 4 soal. Analisis data dilakukan secara deskriptif yaitu dengan mencari: hasil akhir diperoleh dari hasil koreksi dan skoring dan dianalisis berdasarkan nilai ketuntasan klasikal sesuai KKM siklus I, II dan III, rata-rata hasil belajar siswa, nilai minimal, nilai maksimal dan standar deviasi dan kemudian membandingkan hasil belajar siklus I, II dan III.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peningkatan hasil belajar siswa diperoleh dari *post test* dan dianalisis berdasarkan kategori, rata-rata dan ketuntasan hasil belajar siswa. Tabel hasil belajar siswa dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 (a) seluruh siswa mendapat kategori rendah. Hal tersebut disebabkan tidak adanya spesimen atau awetan asli yang dapat digunakan sebagai pengamatan dan siswa hanya menggunakan gambar. Siklus II terdapat kenaikan kategori tinggi dan sedang, serta penurunan kategori rendah. Siklus III kategori tinggi mengalami kenaikan dan penurunan pada kategori rendah. Penurunan kategori sedang pada siklus III karena adanya kenaikan pada kategori tinggi dan kategori rendah.

Berdasarkan Gambar 1 (b), diperoleh nilai rata-rata hasil belajar siswa pada siklus I sangat rendah yaitu menunjukkan nilai 35,11. Hal tersebut dikarenakan siswa kesulitan dalam mengerjakan *post test*, pada materi Echinodermata hampir seluruh siswa belum mengenal hewan Echinodermata. Belum diselesaikannya pengerjaan LKS juga mempengaruhi hasil *post test*, karena pengerjaan yang belum maksimal sehingga siswa masih belum memahami materi yang disampaikan.

Siklus II mengalami kenaikan sebesar 25,93, dari siklus I 35,11 menjadi 61,04 pada siklus II. Kenaikan siswa dipengaruhi oleh adanya apersepsi yang menampilkan gambar dan video, sehingga siswa mulai tergugah rasa keingintahuannya dalam materi tersebut. Pada materi vertebrata siswa lebih banyak mengenal dan mengetahui spesies yang ditunjukkan. Siswa juga mengerjakan LKS yang diberikan tanpa ada yang dikosongi, sehingga siswa dianggap mulai memahami materi yang disampaikan.

Siklus III mengalami kenaikan sebesar 18,43 dari siklus II 61,04 menjadi 79,47. Kenaikan hasil belajar siswa dipengaruhi oleh siswa yang sudah terbiasa menggunakan strategi GI. Materi yang disampaikan dirasa sangat menyenangkan bagi siswa, sehingga siswa mampu belajar secara maksimal. Pengamatan yang dilakukan diluar kelas membuat siswa tidak jenuh dan tidak mengantuk, siswa dapat menemukan hal baru dan mengamati secara langsung kejadian-kejadian yang ada di alam.

Berdasarkan kedua data tersebut diperoleh bahwa kecenderungan hasil belajar siswa mengalami peningkatan. Pada penelitian ini GI mampu meningkatkan hasil belajar. Hal tersebut dapat disebabkan sejumlah hal:

- a. aktifitas pembelajaran dalam strategi GI yaitu membuat investigasi mampu melatih siswa untuk bekerjasama dalam penyelesaian masalah yang dihadapi siswa. Siswa yang menemui kesulitan akan dibantu oleh teman kelompoknya dan mencari solusi secara bersama-sama.
- b. aktifitas membacakan hasil diskusi dalam strategi GI mampu melatih siswa untuk berbicara di depan kelas dan menyampaikan pendapat maupun memberikan masukan kepada tim penyaji.

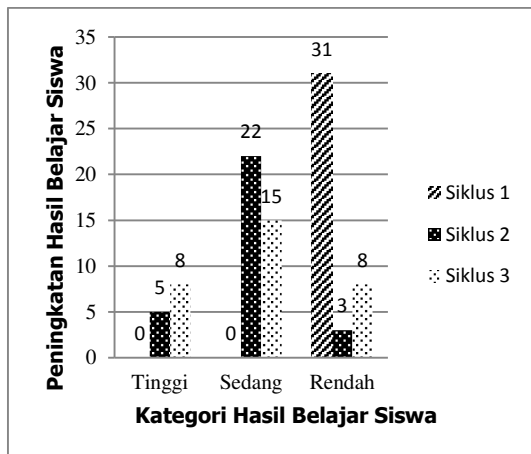
Sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi hasil belajar siswa. Hal tersebut sejalan dengan temuan Sari (2015) yang menyebutkan bahwa strategi pembelajaran GI mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara kognitif. Menurut Cahyaningrum, dkk. (2016) pembelajaran tipe GI dapat meningkatkan aspek kognitif dan ketuntasan hasil belajar siswa.

Berdasarkan Gambar 1 (c) ketuntasan hasil belajar siswa dilihat dari Kriteria Ketuntasan minimal (KKM) yang didapatkan dari perhitungan KKM KD 3.9 pada sub bab Echinodermata

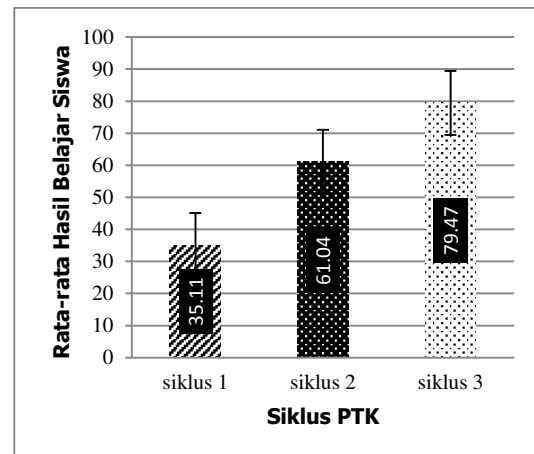
yaitu 62,22 , KD 3.9 pada sub bab Vertebrata 66,67 dan KD 3.10 pada sub bab Ekosistem yaitu 75,76. Secara individu hasil belajar dinyatakan tuntas apabila nilai yang diperoleh siswa pada siklus I sama dengan atau lebih dari 62,22, siklus II sama dengan atau lebih dari 66,67 dan siklus III sama dengan atau lebih dari 75,76. Data hasil belajar peserta didik diperoleh dari *post test* baik pada siklus I, siklus II dan siklus III.

- a. Siklus 1
 1. peserta didik yang memperoleh nilai $\geq 62,22 = 0$ anak
 2. persentase peserta didik yang memperoleh nilai $\geq 62,22 = 0 : 31 \times 100\% = 0\%$
 3. peserta didik yang memperoleh nilai di bawah 62,22 = 31 : 31 x 100% = 100%
- b. Siklus II
 1. peserta didik yang memperoleh nilai $\geq 66,67 = 12$ anak
 2. persentase peserta didik yang memperoleh nilai $\geq 66,67 = 12 : 31 \times 100\% = 40\%$
 3. peserta didik yang memperoleh nilai di bawah 66,67 = 18 : 30 x 100% = 60%
- c. Siklus III
 1. peserta didik yang memperoleh nilai $\geq 75,76 = 18$ anak
 2. persentase peserta didik yang memperoleh nilai $\geq 75,76 = 18 : 31 \times 100\% = 58\%$
 3. peserta didik yang memperoleh nilai di bawah 66,67 = 13 : 30 x 100% = 42%

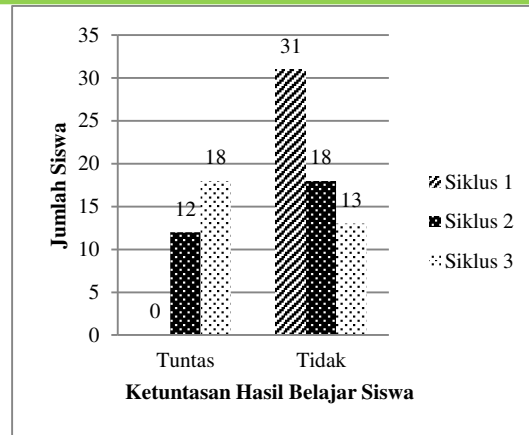
Berdasarkan data tersebut diperoleh hasil bahwa terjadi peningkatan pencapaian hasil belajar oleh peserta didik secara individu. Penggunaan strategi pembelajaran GI berbasis LS membuat siswa lebih aktif dalam belajar dengan adanya interaksi dalam kelompok serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk memahami materi secara langsung dengan saling bertukar pikiran. Hal tersebut dapat dilihat pada hasil angket keaktifan, bahwa GI dapat meningkatkan keaktifan siswa. Peningkatan hasil belajar siswa sesuai dengan penelitian yang dilakukan Dewi (2015) yang menunjukkan bahwa hasil belajar siswa mengalami peningkatan dengan menggunakan strategi pembelajaran GI.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. (a) Kategori Hasil Belajar Siswa, (b) Rata-Rata Hasil Belajar Siswa, (c) Grafik Ketuntasan Hasil Belajar Siswa

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tindakan kelas berbasis *lesson study* mengenai hasil belajar siswa pada mata pelajaran biologi dengan menggunakan strategi *Group Investigation* pada siswa kelas X MIPA 5 SMAN 5 Kediri. Disimpulkan bahwa penerapan strategi GI berbasis LS pada mata pelajaran biologi dapat meningkatkan hasil belajar siswa rata-rata dari siklus I sejumlah 35,11, siklus II 61,04 dan siklus III 79,47 hasil belajar siswa mengalami kenaikan persiklusnya secara berturut yaitu 26% dan 18,43%. Ketuntasan siswa pada siklus I mencapai 0%, ketuntasan siswa pada siklus II 40% dan ketuntasan siswa pada siklus III 58%. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan guru dianjurkan menggunakan PTK berbasis LS karena guru secara berkolaborasi mampu meningkatkan serta mengembangkan strategi pembelajaran guna meningkatkan hasil belajar siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Dr. Sulistiono, M.Si. dan Dr. Agus Muji Santoso, M.Si. yang senantiasa mendukung dan membimbing dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Aliwu, Y., Hatibe, A., Rede, A. 2016. Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Group Investigation* untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa Kelas VI SDN No.1 Labuan Bajo. *e-Jurnal Mitra Sains*. 4 (2):46-53.
- Cahyaningrum, R., Parno., Muhardjito. 2016. Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Group Investigation* untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Fisika Siswa SMA. *Prosiding Seminar Pend. IPA Pascasarjana UM*. Vol. 1: 431-441.
- Dewi, R.S. 2015. Penerapan Pembelajaran Kooperatif Model GI (*Group Investigation*) dengan Media Game Puzzle untuk Meningkatkan Akademik Skill dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Pakusari Jember. *Jurnal Educaion UNEJ*. 2 (3): 1- 6.
- Prayitno, T.A., 2015. Penerapan Metode Pembelajaran *Student Teams Achiesvment Divisions* Berbasis *Lesson Study* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa Morfologi

- Tumbuhan. Malang: Program Studi Pendidikan Biologi IKIP Budi Utomo. *Jurnal Saintika*. 17 (2): 10-19.
- Primasari, Y.A., anggraini, R., Wibowo, B.C.A., Primandiri, P.R., Santoso, A.M. 2015. Implementasi Model Pembelajaran Group Investigation Berbasis Local Material Melalui Lesson Study untuk Meningkatkan Keterampilan Metakognisi dan hasil belajar Kognitif Siswa Kelas X SMAN I Mojo pada Materi Ekosistem. *Bioedukasi*. 8 (2): 53-56.
- Sari, R.R. 2015. Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Group Investigation Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Sosiologi Kelas XI IIS 5 Sma Negeri 1 Karanganyar Tahun Pelajaran 2014/2015. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Susilo, H. Chotimah, H., Sari, Y.D. 2012. *Penelitian Tindakan Kelas Sebagai Sarana Pengembangan keprofesian Guru dan Calon Guru*. Malang: Bayu Media: 12-16.

Deskripsi Pelaksanaan Praktikum Biologi pada Materi Sistem Pernapasan Kelas XI Semester II DI MAN 3 Bantul

Rismawati Ardiani Arum Sari dan Hani Irawati

Universitas Ahmad Dahlan

Email: rismawatiardiani@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui deskripsi dari persiapan, pelaksanaan dan hasil praktikum biologi pada materi sistem pernapasan kelas XI semester II di MAN 3 Bantul. Metode pengumpulan data berupa observasi dan dokumentasi. Analisis data secara deskriptif kuantitatif kualitatif. Hasil persiapan praktikum dikategorikan baik dengan persentase sebesar 78,71%. Pelaksanaan praktikum biologi dikategorikan baik dengan persentase 83,06%. Sedangkan hasil kegiatan praktikum siswa yang mencapai KKM dengan persentase sebesar 77% dan dikategorikan baik.

Kata Kunci:

deskripsi,
kegiatan praktikum,
MAN 3 Bantul

PENDAHULUAN

Praktikum pada dasarnya merupakan salah satu dari bentuk kegiatan belajar mengajar yang dimaksud untuk memantapkan penguasaan suatu materi yang bersifat aplikatif. Praktikum lebih cenderung untuk membangun keterampilan menggunakan alat-alat atau mempraktikkan sesuatu teknik atau prosedur tertentu. Laboratorium IPA merupakan suatu tempat menggali ilmu pengetahuan yang berusaha secara sistematis untuk memahami mengapa dan bagaimana manusia bekerja secara sistematis, untuk mencapai tujuan dan membuat sistem kerja sama lebih bermanfaat. Laboratorium sebagai sarana pendukung proses belajar mengajar di sekolah seharusnya dapat dikelola dengan baik (Elseria, 2016).

Biologi merupakan mata pelajaran yang memiliki beberapa materi yang bersifat abstrak dan konsep yang termasuk proses-proses fisiologi. Perkembangan IPA-Biologi pada abad ini melaju dengan pesat seiring dengan perkembangan teknologi. Pembaharuan di bidang pendidikan terus dilakukan untuk meningkatkan kualitas pendidikan, yang salah satu diantaranya adalah munculnya kurikulum yang mengisyaratkan guru sebagai fasilitator dan pendorong siswa untuk menggunakan keterampilan proses, bersikap ilmiah, serta menerapkan inovasi model pembelajaran, sehingga IPA-Biologi mampu mengembangkan *life skill* bagi siswa (Munandar, 2016).

Kompetensi Dasar (KD) pada materi sistem pernapasan adalah Kompetensi Dasar (KD) 3.8. Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem respirasi dan mengaitkannya dengan bioprosesnya sehingga dapat menjelaskan proses pernapasan serta gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada sistem respirasi manusia melalui studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi. Pelaksanaan proses kegiatan praktikum sendiri tidak terlepas dari suatu perencanaan yang baik. Peran guru sangat penting dalam memperhatikan perencanaan praktikum dan diharapkan mampu untuk memberikan kesempatan siswa agar dapat memahami dengan baik proses

Diterima:
15 Agustus 2018

Dipresentasikan:
22 September 2018

Disetujui Terbit:
10 Desember 2018

dalam kegiatan pembelajaran di dalam laboratorium ataupun di luar laboratorium, sehingga proses belajar mengajar biologi tidak dapat berlangsung dengan baik dan tujuan pembelajaran yang diharapkan tidak dapat tercapai (Hadi, 2016).

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang dilaksanakan di sekolah MAN 3 Bantul dengan waktu pelaksanaan pada bulan april 2018. subjek penelitian adalah guru biologi kelas XI, laboran dan siswa kelas XI MAN 3 Bantul dengan jumlah siswa 65 siswa yang dibagi menjadi 2 kelas, yaitu XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 sedangkan objek penelitian ini adalah pesiapan praktikum, pelaksanaan praktikum dan hasil praktikum. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, angket terbuka dan dokumentas sedangkan instrumen yang digunakan adalah lembar observasi (LO). Pengambilan sampel menggunakan teknik *sampling* jenuh, pengambilan sampel di sesuaikan dengan tujuan penelitian. *Sampling* jenuh adalah teknik penentuan sampel apabila semua anggota populasi digunakan sebagai sampel (Sugiyono, 2012). Hal ini dilakukan karena peneliti ingin membuat generalisasi dengan kesalahan yang sangat kecil dimana semua anggota populasi dijadikan sampel. Tujuan dan pertimbangan pengambilan sampel penelitian ini adalah mengambil sampel dua kelas, yaitu kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 yang diampu oleh guru yang sama. Sehingga sampel pada penelitian ini adalah guru biologi, laboran dan siswa kelas XI MIPA 1 (31 siswa) dan XI MIPA 2 (34 siswa) dengan jumlah siswa 65.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Persiapan Praktikum Guru, laboran dan siswa pada Materi Sistem Pernapasan Kelas XI MIPA di MAN 3 Bantul.

No	Aspek yang diamati	Deskriptor	Kelas		Jumlah Total
			XI MIPA 1 (Jumlah)	XI MIPA 2 (Jumlah)	
1	Persiapan praktikum	Persiapan Guru			
		1. Membuat tata tertib praktikum.	√	√	2
		2. Menetapkan jadwal praktikum.	√	√	2
		3. Membuat petunjuk praktikum.	√	√	2
		4. Mempersiapkan lembar kerja praktikum.	√	√	2
		5. Mempersiapkan soal pretest.	√	√	2
		6. Mempersiapkan soal posttest.	√	√	2
Jumlah	6	6	12		
	Persentase rata-rata (%)	100%	100%	100%	
	Kategori	Baik	Baik	Baik	
No	Aspek yang diamati	Deskriptor	Kelas		Jumlah
			XI MIPA 1	XI MIPA 2	
1.	Persiapan praktikum	a. Persiapan laboran			
		1. Mempersiapkan alat yang digunakan untuk praktikum.	√	√	2
		2. Mempersiapkan bahan yang digunakan untuk praktikum.	√	√	2
		3. Mempersiapkan perlengkapan yang mendukung praktikum.	√	√	2

		Jumlah	3	3	6
		Persentase rata-rata (%)	100%	100%	100%
		Kategori	Baik	Baik	Baik
No	Aspek yang diamati	Deskriptor	XI MIPA 1 (Jumlah)	XI MIPA 2 (Jumlah)	Jumlah
1.	Persiapan praktikum	a. Persiapan siswa			
		1. Membaca buku petunjuk praktikum	8	16	24
		2. Membaca teori terkait materi praktikum sistem pernapasan	8	15	23
		Jumlah	16	31	47
		Persentase rata-rata (%)	25,80%	45,58%	36,15%
		Kategori	Tidak baik	Tidak baik	Tidak baik

Tabel 2. Data Pelaksanaan Praktikum Biologi pada Materi Sistem Pernapasan Kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2.

No	Aspek yang diamati	Indikator	Jumlah skor	Persen (%)	Jumlah skor	Persen (%)
			XI MIPA 1		XI MIPA 2	
1	Pelaksanaan praktikum	Kegiatan awal				
		1. Guru	7	70%	8	80%
		2. Siswa	70	75,26%	91	89,21%
		Jumlah skor	77	74,75%	99	88,36%
		Kegiatan inti				
		1. Guru	3	100%	3	100%
		2. Laboran	0	0	0	0
		3. Siswa	184	98,92%	199	97,54%
		Jumlah skor	187	97,90%	202	96,65%
		Kegiatan penutup				
		1. Guru	2	100%	1	50%
		2. Siswa	91	73,38%	91	66,91%
		Jumlah skor	93	73,80%	92	66,66%
Persentase rata-rata (%)			82,15%		83,89%	
Kategori			Baik		Baik	

Tabel 3. Data hasil Deskripsi Pembelajaran Praktikum Pada Materi Sistem Pernapasan Kelas XI di MAN 3 Bantul

No	Kelas	Total Jumlah Siswa	Jumlah Siswa Lulus KKM	Rata-rata Nilai	Kategori
1	XI MIPA 1	31	23	71,37	Baik
2	XI MIPA 2	34	22	77,37	Baik
		Rata-rata		74,37	Baik

1. Persiapan Paraktikum

Persiapan praktikum IPA biologi dilihat dari persiapan guru, laboran dan siswa. Persiapan yang dilakukan oleh guru yaitu, guru harus mempersiapkan kegiatan

praktikum dengan matang (Decaprio, 2013). Persiapan yang dilakukan oleh guru biologi di MAN 3 Bantul sudah berjalan baik dengan perolehan persentase sebanyak 100%, yang dapat dilihat dari hasil pengamatan bahwa guru telah membuat tata tertib, jadwal praktikum, pembuatan petunjuk praktikum, mempersiapkan lembar kerja siswa, pembuatan soal *pretest* dan *posttest*. Persiapan yang dilakukan oleh laboran di MAN 3 Bantul sudah baik, dengan rata-rata persentase yang didapat sebesar 100% dan dikategorikan baik. Persiapan siswa di MAN 3 Bantul secara keseluruhan tidak baik hal itu dapat dilihat dari jumlah persentase yang diperoleh sebesar 36,15%. Persentase didapatkan dengan kategori tidak baik yaitu XI MIPA 1 25,80% dan XI MIPA 2 45,58%. Hal ini disebabkan karena siswa XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 tidak mempersiapkan diri dengan baik yaitu tidak membaca buku petunjuk ataupun teori terkait materi praktikum.

2. Pelaksanaan Praktikum

Aspek yang diamati dalam kegiatan pelaksanaan praktikum yaitu kegiatan awal, kegiatan inti dan kegiatan penutup. Kegiatan awal di MAN 3 Bantul sudah dikategorikan baik. Kelas XI MIPA 1 memperoleh persentase sebesar 74,75%, sedangkan XI IPA 2 dengan persentase yaitu 88,36%. persentase yang didapat pada guru di kelas XI MIPA 1 diperoleh persentase yaitu 70% dan XI MIPA 2 diperoleh persentase yaitu 80%. Hal ini terjadi karena pada XI MIPA 1 guru tidak menyampaikan motivasi diawal pembelajaran dan guru tidak menyampaikan tujuan atau kompetensi dasar serta guru tidak menjelaskan tentang keselamatan kerja saat berada di laboratorium. Sedangkan di kelas XI MIPA 2 guru menyampaikan motivasi tetapi sama-sama tidak menjelaskan tujuan, kompetensi dasar ataupun keselamatan kerja di laboratorium. Kegiatan awal yang dilakukan oleh siswa di MAN 3 Bantul pada kelas XI MIPA 1 memperoleh persentase sebesar 75,26%, sedangkan pada kelas XI MIPA 2 memperoleh persentase sebesar 89,21% dari kedua kelas dikategorikan baik. Akan tetapi masih terdapat kekurangan dari kegiatan awal dan berdasarkan pengamatan untuk kelas XI MIPA 1 didapatkan skor 70 dari 31 siswa sedangkan untuk kelas XI MIPA 2 didapatkan skor 91 dari 34 siswa.

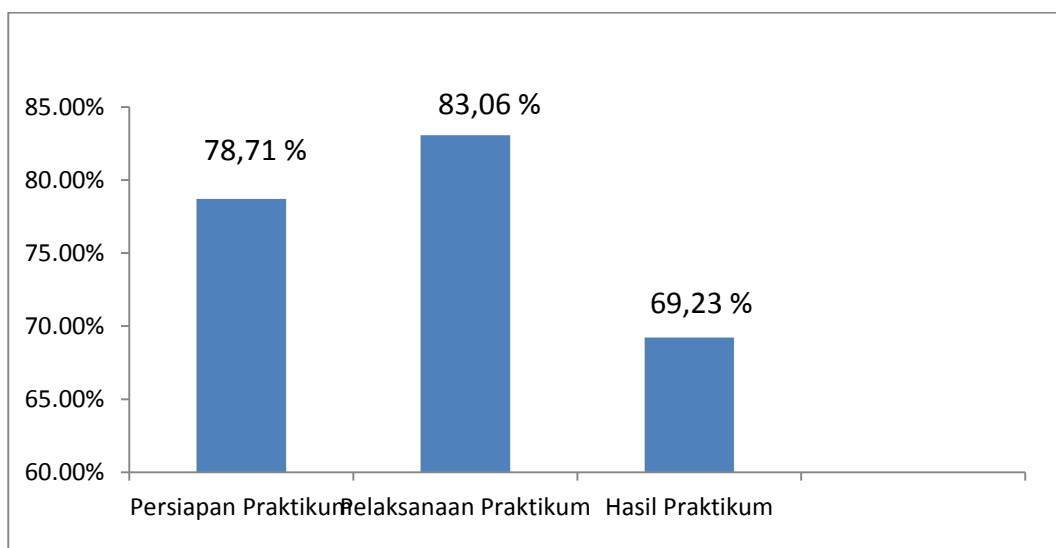
Kegiatan inti praktikum di MAN 3 Bantul secara keseluruhan dikategorikan baik. Kelas XI MIPA 1 dengan persentase yaitu 97,90%, sedangkan XI MIPA 2 dengan persentase yaitu 96,65%. Bagian inti yang diamati adalah guru, laboran dan siswa, yaitu aktivitas kegiatan praktikum yang sedang berlangsung sesuai dengan indikator yang sudah dibuat. Persentase yang didapat dalam pengamatan kegiatan inti pada saat guru mengajar di kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 sudah berjalan baik dengan persentase 100%, yang artinya indikator pada kegiatan inti kedua kelas sudah berjalan semua. Persentase yang didapat dari kegiatan inti yang lakukan oleh laboran di kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 tidak berjalan baik dengan persentase 0%. Pada kegiatan inti laboratorium tidak menjalankan tugasnya dengan baik sedangkan Persentase yang didapat dari kegiatan inti yang dilakukan oleh siswa kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 di MAN 3 Bantul dikategorikan baik. Pada kelas XI MIPA 1 didapatkan persentase yaitu 98,92%, sedangkan kelas XI MIPA 2 didapatkan persentase yaitu 97,54%.

Berdasarkan hasil pengamatan kegiatan penutup sudah dikategorikan baik. Pada kelas XI MIPA 1 dengan persentase yaitu 73,80%, dan untuk kelas XI MIPA 2

dengan persentase yaitu 66,66%. Hal yang diamati dari kegiatan penutup yaitu guru dan siswa, dimana guru memberikan soal *posttest* kepada siswa serta melakukan refleksi pembelajaran dan siswa mempresentasikan hasil praktikum, membuat laporan hasil praktikum, siswa mengemas alat dan bahan serta siswa mengerjakan soal *posttest*.

3. Hasil Praktikum

Praktikum akan dapat berjalan dengan baik jika guru dan siswa dapat saling bekerja sama serta fokus dalam pelaksanaan praktikum. beberapa faktor yang dapat berpengaruh terhadap keberhasilan belajar yaitu faktor guru, siswa, lingkungan, sarana prasarana, penguasaan materi, penguasaan metode dan teknik mengajar guru merupakan faktor utama selain faktor gaya mengajar, filosofi dan kepribadian guru sendiri (Susilo, 2000). Hasil nilai praktikum siswa berasal dari gabungan nilai *pretest*, *posttest* dan nilai laporan, di MAN 3 Bantul nilai yang didapat dari kegiatan pembelajaran adalah nilai kognitif dan psikomotor. Nilai psikomotor didapat dari nilai cara siswa menggunakan alat serta bahan dan nilai tersebut digabung pada nilai laporan. Untuk pembelajaran biologi KKM 75 telah menjadi ketetapan sekolah, kelas XI MIPA 1 ada 23 siswa yang lulus KKM dengan rata-rata nilai sebesar 71,37. Sedangkan di kelas XI MIPA 2 ada 22 siswa yang lulus KKM dengan rata-rata nilai sebesar 77,37. Berdasarkan hasil rata-rata persentase dari kedua kelas didapatkan persentase sebesar 77% telah mencapai KKM. Rata-rata nilai diambil dari nilai *pretest*, nilai *posttest* dan nilai laporan dengan kategori baik.



Gambar 1. Diagram pelaksanaan praktikum pada materi sistem pernapasan kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 di MAN 3 Bantul

Berdasarkan diagram di atas, dari hasil pengamatan rata-rata persentase persiapan, pelaksanaan dan hasil praktikum pada materi sistem pernapasan kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 menunjukkan nilai rata-rata persentase dikategorikan baik. Pada tahap persiapan mendapatkan persentase 78,71%, pada tahap pelaksanaan

mendapatkan persentase tertinggi yaitu berjumlah 83,06% selanjutnya pada tahap hasil praktikum memperoleh persentase paling rendah yaitu dengan jumlah 69,23%.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah diuraikan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Persiapan kegiatan praktikum biologi di MAN 3 Bantul pada materi sistem pernapasan sudah berjalan baik pada persiapan guru dan persiapan laboran, sedangkan persiapan siswa tidak berjalan dengan baik.
2. Ketercapaian pelaksanaan praktikum biologi di MAN 3 Bantul pada materi sistem pernapasan dikelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 dikategorikan baik.
3. Hasil kegiatan praktikum biologi di MAN 3 Bantul pada materi sistem pernapasan dikelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 dikategorikan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tidak terhingga kepada:

1. Ibu Hani Irawati, M.Pd, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan petunjuk-petunjuk, serta dorongan kepada penulis untuk menyusun artikel ilmiah ini.
2. Kepala sekolah, guru, staf dan siswa MAN 3 Bantul yang telah memberikan kesempatan dan kerja sama yang baik sehingga pelaksanaan penelitian ini berjalan dengan lancar.

DAFTAR RUJUKAN

- Decaprio, R. 2013. *Aplikasi Teori Pembelajaran Motorik di Sekolah*. Yogyakarta : DIVA Press, 124.
- Elseria. 2016. "Efektifitas Pengelolaan Laboratorium Ipa" *Manajer Pendidikan*. Vol. 10. No. 1. Hal 1-3.
- Hadi, K. 2016. "Analisis Pelaksanaan Praktikum dalam Pembelajaran Biologi di Kelas 2 SMA N 1 Baitussalam Kabupaten Aceh Besar" *Jurnal Bio-Natural*. Vol. 3. No. 2: Hal 15-20.
- Munandar, K. 2016. *Pengenalan Laboratorium IPA-Biologi Sekolah*. Bandung: PT Refika Aditama, 12.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 96.
- Susilo, M. 2000. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: PT BPFE-Yogyakarta, 45.

Pengembangan Media Diorama pada Pembelajaran Pesawat Sederhana Kelas V SDN Gunungsari, Kabupaten Madiun

Yuliana Ayu Maharani, Supriadi Joko, Cicilia Novi Primiani

FKIP Universitas PGRI Madiun

Email: ayurani176@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran pada mata pelajaran IPA pada kelas V SD. Penelitian pengembangan ini menggunakan metode *Research & Development* (R&D) dengan tahap 4-D (*define, design, development, disseminate*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan. Hasil validasi dari dua validator dengan presentase 87,50%, hasil respon siswa uji coba kelas eksperimen dengan presentase 88,00% dan hasil belajar yang tidak diberi perlakuan dengan diberi perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan, uji hipotesis pembelajaran diperoleh $t_{hitung} = 3,803 > t_{tabel} = 2,10$.

Kata Kunci:

media diorama, pesawat sederhana, hasil belajar IPA

PENDAHULUAN

Pendidikan IPA diharapkan dapat menjadi wahana bagi siswa untuk mempelajari diri-sendiri dan alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari, selain itu pembelajaran IPA juga dapat melatih siswa untuk berpikir kritis dan objektif, berpikir kritis berarti masuk akal atau logis sedangkan objektif sesuai dengan kenyataan atau sesuai dengan pengalaman pengamatan melalui panca indera (Samatowa, 2010:4). Proses pembelajarannya menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar dapat memahami alam sekitar secara ilmiah (Agustiana dan Tika, 2013:258).

Media pembelajaran pada sekolah dasar pada umumnya masih berupa gambar yang terdapat dalam buku pelajaran siswa, guru kesulitan membuat dan memilih media pembelajaran, selain itu guru hanya menggunakan metode ceramah dalam mengajar, sehingga proses pembelajaran lebih berpusat pada guru (*teacher center*) hal tersebut membuat keterampilan dan kreativitas siswa tidak berkembang dengan baik. Berdasarkan hasil pra penelitian yang dilakukan di SDN Gunungsari, Kabupaten Madiun melalui data observasi, wawancara, dan hasil belajar ditemukan informasi bahwa pembelajaran IPA di kelas V selama ini belum baik. Permasalahan belum maksimalnya proses belajar mengajar tersebut didukung dengan data dari pencapaian hasil belajar siswa IPA semester 1 tahun ajaran 2017/2018 siswa kelas V SDN Gunungsari Kabupaten Madiun, dari 20 siswa di kelas terdapat 7 siswa yang nilainya dibawah KKM dan 11 di atas KKM. KKM mata pelajaran IPA yang telah ditetapkan sekolah adalah 70. Berdasarkan data nilai hasil belajar IPA, maka perlu dikembangkan media pembelajaran yang dapat memotivasi siswa dan meningkatkan keterampilan guru dalam menggunakan media pembelajaran.

Diterima:

31 Agustus 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

20 Oktober 2018

Berdasarkan permasalahan mengenai kurang maksimalnya guru dalam menggunakan media pembelajaran, mengembangkan media pembelajaran diorama pada materi pesawat sederhana merupakan salah satu solusi yang tepat untuk meningkatkan keterampilan guru dalam menggunakan media selama proses pembelajaran IPA. Penggunaan media pembelajaran diorama membuat siswa dapat memahami apa sajakah pesawat sederhana yang ada dilingkungan sekitar siswa. Media diperlukan dalam proses pembelajaran untuk membantu guru dalam menyampaikan materi pelajaran yang sulit diterima agar mudah diterima dan dipahami oleh siswa, karena media pembelajaran berfungsi sebagai pembawa informasi yang berasal dari guru menuju penerima yaitu siswa (Daryanto, 2010:8). Penggunaan media pembelajaran bagi siswa usia sekolah dasar dirasa sangat tepat, karena sesuai dengan tahap perkembangannya yang masih berada pada tahap operasional konkret. Keberadaan media sebagai suatu benda nyata dihadapan siswa yang dapat disentuh akan sangat membantu proses penyampaian materi.

Media diorama adalah salah satu jenis media pembelajaran tiga dimensi yang menggambarkan benda sebenarnya dalam skala lebih kecil dalam suatu pemandangan yang sesuai dengan dunia nyata. Media diorama sebagai jenis media pembelajaran tiga dimensi yang unik akan menarik perhatian dan mengasah kreativitas siswa (Muris, dkk, 2014:2). Pendapat lain dikemukakan oleh Munadi (2013: 109), ia menyatakan diorama merupakan pemandangan tiga dimensi dalam ukuran kecil untuk memperagakan atau menjelaskan suatu keadaan yang menunjukkan aktivitas.

Berdasarkan pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa diorama merupakan jenis media tiga dimensi yang menggambarkan pemandangan sebenarnya dari suatu adegan atau objek yang ditempatkan di pentas serupa dengan teater mini dengan latar belakang lukisan yang sesuai dengan tema objeknya. Penelitian ini mengembangkan media diorama pada pembelajaran IPA yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran sehingga dapat mengoptimalkan hasil belajar dan meningkatkan aktivitas siswa.

Pesawat sederhana adalah alat-alat yang dapat memudahkan pekerjaan manusia. Pesawat ada yang rumit dan ada yang sederhana. Pada prinsipnya pesawat sederhana dapat terbagi menjadi empat macam, yaitu pengungkit, bidang miring, katrol, dan roda berporos (Azmiyawati, dkk, 2008: 98). Pembelajaran IPA materi pesawat sederhana memerlukan suatu media pembelajaran yang tepat agar siswa dapat memahami apa saja contoh benda yang termasuk ke dalam pesawat sederhana. Media diorama merupakan bentuk media pembelajaran yang terjangkau, dapat digunakan guru untuk mengajar pelajaran IPA karena media ini dibuat semirip mungkin dengan bentuk aslinya.

METODE

A. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan (Research and Development). Prosedur pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan 4-D yang dikembangkan oleh Thiagarajan, yang merupakan perpanjangan dari *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), dan *Disseminate* (diseminasi).

B. Prosedur Pengembangan

1. Tahap *Define* (pendefinisian)

Tahap pendefinisian adalah menjelaskan masalah yang ada di lapangan secara lebih mendalam, pada tahap ini meliputi beberapa langkah sebagai berikut:

a. Permasalahan dalam pembelajaran IPA

Pembelajaran IPA khususnya materi pesawat sederhana hanya menggunakan metode ceramah tanpa media pembelajaran dan hanya memanfaatkan gambar yang terdapat pada buku siswa, hal tersebut berdampak pada siswa yang cenderung kurang tertarik terhadap materi pesawat sederhana. Maka penelitian akan memfokuskan pengembangan media pada materi pesawat sederhana agar peserta didik nantinya akan lebih tertarik pada pembelajaran IPA khususnya materi pesawat sederhana.

b. Analisis Siswa

Pada materi pesawat sederhana proses pembelajaran masih banyak menggunakan metode konvensional dan seringkali tidak menggunakan media pembelajaran sehingga siswa tidak tertarik mengikuti pembelajaran.

c. Analisis Materi

Analisis materi bertujuan untuk mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis bagian-bagian utama yang relevan yang akan dipelajari siswa. Untuk pengembangan media pembelajaran IPA berupa media diorama, materi yang dipilih adalah pesawat sederhana. Materi disesuaikan dengan materi yang sedang ditempuh siswa saat dilakukan penelitian. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi tujuan pembelajaran pesawat sederhana. Langkah kedua adalah memberikan cara untuk mengatasi permasalahan siswa yaitu pada pengembangan media pembelajaran IPA dibuat media pembelajaran yang menarik berupa media diorama agar dapat meningkatkan minat belajar siswa. Media diorama dipilih karena mudah dibuat dan bahan bakunya murah. Sehingga dipilihlah media diorama untuk pembelajaran IPA pada materi pesawat sederhana.

2. Tahap *Design* (perancangan)

Tahap perancangan pada penelitian pengembangan diorama ini diadopsi dan dikembangkan dari penelitian sebelumnya oleh Pratama (2016) yang berjudul "Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Melalui Pendekatan Sintifik Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Materi Segi Empat Kelas VII", dalam tahap ini ada beberapa tahapan sebagai berikut:

a. Penyusunan Instrumen Tes

Instrumen tes dibuat sesuai dengan spesifikasi tujuan pembelajaran. Instrumen tes akan digunakan untuk mengukur

kemampuan siswa setelah siswa menggunakan media pembelajaran diorama.

b. Perancangan Bentuk Media

Tahap perancangan bentuk media bertujuan untuk merancang bentuk media yang akan dikembangkan berdasarkan kebutuhan yang ada. Tahap ini mencakup beberapa kegiatan, yaitu:

1) Pemilihan media

Pemilihan media merupakan proses pemilihan media yang relevan dengan silabus sehingga media yang dikembangkan akan sesuai dengan silabus yang ada. Dalam tahap ini peneliti memilih media pembelajaran diorama pada materi pesawat sederhana yang berbentuk kotak tiga dimensi berukuran $\pm 40 \times 30$ cm, di dalamnya terdapat berbagai objek pesawat sederhana yang ada dilingkungan sekitar siswa berupa gambar *full color* sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar, sehingga dengan adanya media diorama yang menarik diharapkan mampu meningkatkan minat siswa terhadap pembelajaran IPA.

2) Seleksi format

Pemilihan format dalam pengembangan media merupakan tahap pembentukan sketsa awal produk secara sederhana yang dikembangkan, yaitu media pembelajaran diorama pada pembelajaran IPA untuk materi pesawat sederhana. Pada tahap awal peneliti memilih bahan apa saja yang akan digunakan dan layak untuk membuat media diorama. Tahap selanjutnya yaitu memilih tema yang akan digunakan untuk menyesuaikan objek apa saja yang akan diletakkan di dalam media diorama.

3) Rancangan awal

Rancangan awal pada penelitian pengembangan media diorama meliputi pembuatan silabus, RPP, media, angket respon siswa, dan tes hasil belajar. Silabus dan RPP yang digunakan adalah kurikulum KTSP materi pesawat sederhana kelas V SD. Media pembelajaran diorama yang akan digunakan untuk penelitian sudah divaliditas oleh ahli media. Soal tes hasil belajar materi pesawat sederhana diberikan pada siswa setelah pembelajaran menggunakan media diorama.

3. Tahap *Develop* (pengembangan)

Tujuan tahap pengembangan adalah untuk menentukan bahwa media yang sedang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran yang layak digunakan. Tahap pengembangan mencakup beberapa kegiatan meliputi:

a. Validasi desain

Pada tahap validasi desain, media pembelajaran diorama yang sudah dirancang akan diuji validasi melalui angket oleh ahli media diantaranya Dosen dan Guru IPA mengenai produk pengembangan media diorama. Setelah hasil validasi didapat, maka peneliti menentukan media memenuhi

kriteria atau tidak yang di dapat dari hasil angket. Jika memenuhi kriteria, maka langsung diuji cobakan pada kelas uji coba terbatas kelas eksperimen (Draft II), apabila tidak memenuhi kriteria, maka media direvisi dan diserahkan lagi kepada validasi ahli (Draft I) sampai media memenuhi kriteria dan layak untuk di uji cobakan pada siswa kelas V.

b. Uji pengembangan

Tahap pengembangan akan dilakukan kegiatan penelitian sesuai dengan rencana pembelajaran. Penelitian akan dilakukan di SDN Gunungsari Kabupaten Madiun. Media pembelajaran diorama diuji cobakan di kelas uji coba terbatas kelas eksperimen sejumlah 10 orang siswa pada kelas V dan diambil data dengan instrumen angket respon siswa dan soal hasil belajar siswa. Selain itu, untuk membandingkan apakah penggunaan media diorama efektif atau tidak maka juga melakukan penelitian di kelas kontrol sejumlah 10 orang siswa pada kelas V menggunakan media pembelajaran yang lain.

4. Tahap *Disseminate* (penyebarluasan)

Tahap penyebaran merupakan tahap penggunaan perangkat yang telah dikembangkan pada skala yang lebih luas, misalnya di kelas lain, sekolah lain, atau guru yang lain. Pada penelitian pengembangan media diorama ini, setelah melalui tahap uji coba kelas eksperimen dan telah direvisi, maka didapatkan draf final yang dapat digunakan oleh pengguna. Tahap *Disseminate* atau penyebaran akan dilakukan pada seminar nasional di Universitas Nusantara PGRI Kediri.

C. Subjek Uji Coba

1. Uji Coba Terbatas Kelas Kontrol

Uji coba produk dilakukan dengan melibatkan 10 siswa yang dipilih berdasarkan kemampuan kognitif siswa (4 siswa dengan kemampuan kognitif tinggi, 3 siswa dengan kemampuan kognitif sedang, dan 3 siswa dengan kemampuan kognitif rendah). Penelitian dilakukan dengan melaksanakan pembelajaran IPA tanpa menggunakan media diorama. Setelah siswa diberikan pembelajaran kemudian diberikan soal tes.

2. Uji Coba Terbatas Kelas Eksperimen

Uji coba produk dilakukan dengan melibatkan 10 siswa yang dipilih berdasarkan kemampuan kognitif siswa (4 siswa dengan kemampuan kognitif tinggi, 3 siswa dengan kemampuan kognitif sedang, dan 3 siswa dengan kemampuan kognitif rendah). penelitian akan mempresentasikan media pembelajaran diorama kepada subjek penelitian terbatas. Setelah siswa diberikan pembelajaran menggunakan media diorama, peneliti meminta umpan balik dari siswa melalui pengisian angket dan tes.

D. Instrumen Pengumpul Data

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian pengembangan media diorama ini adalah sebagai berikut:

1. Lembar Validasi Media Pembelajaran Diorama

Lembar validasi media pembelajaran diorama dibuat sebagai form penelitian kevalidan media oleh para validator. Hasil validasi yang diperoleh

dihimpun dan dihitung dengan rumus, kemudian hasil akhir validasi berupa angka dengan rentang tertentu.

2. Lembar Angket Respon Siswa

Angket adalah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden (sumber) dalam arti laporan tentang pribadinya, atau hal-hal yang diketahuinya (Arikunto, 2013:194). Lembar angket respon siswa berisi tentang beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan penggunaan media pembelajaran diorama yang telah digunakan. Lembar respon siswa diberikan kepada siswa setelah pembelajaran menggunakan media diorama.

3. Tes Hasil Belajar IPA

Tes merupakan sejumlah pertanyaan atau latihan yang digunakan guru untuk mengukur keterampilan, pengetahuan, dan bakat yang dimiliki oleh setiap individu atau siswa (Arikunto, 2013:193). Pengambilan data tes kinerja siswa dengan menggunakan satu macam tes, yaitu tes hasil belajar IPA. Tes hasil belajar siswa diberikan kepada siswa setelah pembelajaran menggunakan media diorama dan tidak. Kegunaan tes adalah untuk mengukur keefektifan pengembangan media pembelajaran diorama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan analisis pada penelitian pengembangan media diorama terdiri dari analisis permasalahan dalam pembelajaran IPA, analisis materi dan analisis Siswa. Berdasarkan hasil observasi dan pengamatan yang telah dilakukan di kelas V SDN Gunungsari, permasalahan dalam pembelajaran IPA adalah sebagai berikut: 1) Media pembelajaran yang terbatas pada gambar yang ada pada buku teks siswa, 2) guru kesulitan membuat dan memilih media pembelajaran, sehingga guru tidak menggunakan atau hanya menggunakan media gambar yang ada pada buku saja, 3) guru hanya menggunakan metode ceramah dengan memanfaatkan gambar yang ada di buku siswa, sehingga siswa tidak tertarik dan merasa bosan saat proses belajar mengajar, 4) pembelajaran masih berpusat pada guru (*teacher center*), sehingga membuat keterampilan dan kreativitas siswa tidak berkembang dengan baik. Berdasarkan permasalahan yang timbul dalam proses pembelajaran IPA di SDN Gunungsari tersebut, maka peneliti ingin mengembangkan media pembelajaran diorama yang sudah ada yang dimodifikasi agar siswa lebih tertarik mengikuti pembelajaran IPA di kelas, serta menumbuhkan motivasi belajar.

Analisis materi digunakan untuk mengidentifikasi materi pokok yang akan digunakan sebagai acuan pengembangan media diorama pada pembelajaran IPA. Pengembangan media diorama disesuaikan dengan kebutuhan siswa dan prinsip-prinsip pengembangan media pembelajaran yang baik. Selain itu pembelajaran yang diterapkan menggunakan media diorama disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di SDN Gunungsari, yaitu kurikulum KTSP. Standar Kompetensi (SK) 5. Memahami antara gaya, gerak, dan energi, serta fungsinya, sementara Kompetensi Dasar (KD) 5.2 Menjelaskan pesawat sederhana yang dapat membuat pekerjaan lebih mudah dan lebih cepat.

Kegiatan analisis siswa dimaksudkan untuk memperoleh gambaran karakteristik siswa kelas V di SDN Gunungsari yang memiliki latar belakang, kemampuan kognitif yang berbeda-beda antar satu siswa dengan siswa yang lainnya. Latar belakang siswa SDN Gunungsari merupakan siswa yang berdomisili di desa Gunungsari dan sekitarnya. Kemampuan kognitif

siswa kelas V SDN Gunungsari pada pelajaran IPA tergolong sedang, hal ini terlihat dari rata-rata nilai ulangan harian mata pelajaran IPA yang diperoleh kelas yakni sebesar 75.

Media diorama merupakan sebuah produk hasil pengembangan media pembelajaran, media diorama dinyatakan layak digunakan apabila memenuhi tiga kriteria yang meliputi kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Pengembangan media pembelajaran diorama dibuat sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar pada umumnya, media diorama disusun terdiri dari objek pesawat sederhana yang berupa gambar-gambar yang menarik serta *full color*, ukurannya juga sesuai untuk kegiatan kerja kelompok. Pengembangan media diorama ini bertujuan agar pembelajaran IPA lebih bermakna karena siswa melihat apa saja yang merupakan contoh dari pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari berupa objek miniatur berupa gambar, selain itu agar siswa tertarik dan termotivasi dalam proses pembelajaran, sehingga dapat meningkatkan hasil belajar khususnya mata pelajaran IPA.

Penelitian pengembangan diorama melakukan uji validitas media dengan tujuan agar media yang dibuat oleh peneliti benar-benar valid sehingga hasil dari penelitian yang diperoleh juga benar-benar dapat dinyatakan valid. Penelitian media diorama ini peneliti memilih dua validator ahli untuk memvalidasi produk yang sedang dikembangkan, dan diperoleh hasil validasi dengan presentase akhir sebesar 87,5%. Pengembangan media diorama mendapatkan nilai kelayakan 87,5% dari validator karena telah memenuhi aspek-aspek 10 indikator yang dinilai berdasarkan instrumen lembar validasi media pembelajaran, yang meliputi aspek kejelasan materi dengan menggunakan media diorama, kesesuaian media diorama dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik siswa, kesesuaian media diorama dengan sumber belajar, kemampuan media diorama menarik minat siswa dan membangun kreativitas siswa, peran media diorama mempermudah siswa, dan keamanan penggunaan media diorama bagi siswa. Hasil validasi media diorama tersebut diperkuat dengan penelitian sebelumnya milik Maryati tahun 2017 dengan judul Pengembangan Media Diorama Papercraft Untuk Pembelajaran Menulis Teks Deskripsi Berpendekatan Saintifik Siswa Kelas VII SMP Negeri 3 Sidoarjo. Penelitian ini menunjukkan hasil uji validasi kelayakan Media diorama *papercraft* dilihat dari penilaian validator ahli yang menunjukkan bahwa pengembangan media diorama *papercraft* valid. Rata-rata secara keseluruhan hasil validasi memperoleh persentase 90% dengan kriteria "sangat baik". Berdasarkan data hasil belajar siswa kelas VII SMP pada pembelajaran Menulis Teks Deskripsi juga naik dengan signifikan setelah menggunakan media diorama, dibuktikan dengan hasil tes peserta didik dalam menulis teks deskripsi menggunakan media diorama *papercraft* menunjukkan nilai rata-rata 85. Sehingga penggunaan media diorama layak digunakan dalam pembelajaran Bahasa Indonesia.

Media pembelajaran diorama dapat memenuhi kriteria kepraktisan media jika presentase respon siswa lebih dari 70%. Data yang digunakan adalah hasil pengisian angket oleh siswa dalam penelitian. pernyataan dalam angket memuat aspek minat, perhatian, kepraktisan, dan motivasi siswa. Pengisian angket pada kelas uji coba setelah menggunakan media diorama menghasilkan respon siswa sebesar 88,00%. Hasil dari respon siswa pada kelas uji coba pembelajaran setelah menggunakan media diorama menjelaskan bahwa siswa senang, siswa lebih tertarik dan lebih bersemangat dalam pembelajaran dengan adanya media pembelajaran diorama dikarenakan pada dasarnya siswa belum pernah menggunakan media tersebut dan membantu siswa dalam proses pembelajaran karena materi yang disampaikan mudah dipahami oleh siswa. Berdasarkan hasil dari angket respon siswa, maka media pembelajaran diorama dapat dinyatakan praktis karena telah memenuhi aspek minat,

perhatian, kepraktisan, dan motivasi siswa. Pernyataan hasil kepraktisan media diorama diperkuat dengan penelitian Kiswandari (2016) dalam penelitiannya yang berjudul "Pengembangan Media Pembelajaran Diorama Daur Air Pada Mata Pelajaran IPA Kelas V SD" dengan adanya penggunaan media diorama daur air diharapkan siswa lebih aktif, senang mengikuti pembelajaran, dan membuat siswa lebih mandiri dalam menemukan konsep materi yang dipelajari dan memiliki semangat untuk belajar IPA yang lebih tinggi. Hasil yang diharapkan dari penelitiannya adalah terciptanya media diorama daur air yang layak digunakan untuk mempelajari materi proses daur air pada mata pelajaran IPA kelas V sekolah dasar. Selain itu Maryati (2017) dalam penelitiannya yang berjudul "Pengembangan Media Diorama *Papercraft* Untuk Pembelajaran Menulis Teks Deskripsi Berpendekatan Saintifik Siswa Kelas VII SMP Negeri 3 Sidoarjo" Angket respon peserta didik mengukur kepraktisan media diorama *papercraft* pada pembelajaran menulis teks deskripsi. Hasil angket respon peserta didik menunjukkan jawaban "sangat setuju" dengan rata-rata 2,8 yang menunjukkan bahwa media diorama *papercraft* merupakan media pembelajaran yang dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi teks deskripsi dan pada proses menulis teks deskripsi. Angket respon dalam bentuk persentase menunjukkan persentase 89% sebagai media diorama *papercraft* yang memudahkan peserta didik. Berdasarkan data tersebut dalam penentuan kualitas media diorama *papercraft* menunjukkan kriteria "sangat baik atau sangat berkualitas" dengan persentase 87% yang sesuai dengan standar pendeskripsian kriteria.

Hasil belajar siswa dalam pembelajaran IPA materi pesawat sederhana dengan menggunakan uji-t. Uji prasyarat dilakukan menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas. Berdasarkan uji normalitas nilai dari 10 siswa setelah diberi perlakuan diperoleh $DK = 0,258$ dan $Lobs = -0,245$ pada pembelajaran IPA materi pesawat sederhana. Berdasarkan hasil uji normalitas data dapat disimpulkan bahwa data dinyatakan berdistribusi normal karena tidak berada atau lebih dari daerah kritik. Sedangkan hasil uji homogenitas nilai dari kelas kontrol dan kelas eksperimen diperoleh $F_{tabel} = 2,98$ dan $F_{hitung} = 1,274$. Berdasarkan hasil dari uji homogenitas dapat disimpulkan bahwa sampel berasal dari populasi yang homogen karena nilai F_{hitung} kurang dari F_{tabel} . Uji hipotesis digunakan untuk mengetahui hasil setelah diberi perlakuan. Uji hipotesis menggunakan uji-t setelah data dipastikan berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan populasi yang homogen. Hipotesis dikelompokkan menjadi dua jenis, hipotesis nol (H_0) yang menyatakan tidak adanya perbedaan hasil belajar siswa setelah menggunakan media diorama, dan hipotesis alternatif (H_1) yang menyatakan adanya perbedaan hasil belajar siswa setelah menggunakan media diorama. Kriteria pengujian keputusan uji H_0 diterima jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ dan H_1 diterima jika $t_{hitung} > t_{tabel}$. Data awal sebelum diberi perlakuan menunjukkan ada 4 siswa dari 10 siswa yang mengikuti pembelajaran IPA materi pokok pesawat sederhana memperoleh nilai di bawah KKM yang telah ditentukan sekolah yaitu sebesar 70 dengan nilai tertinggi 80 dan nilai terendah 50. Hasil belajar materi pesawat sederhana setelah diberi perlakuan dengan menggunakan media diorama menunjukkan bahwa semua siswa dari 10 siswa kelas V SDN Gunungsari memperoleh nilai diatas KKM.

Berdasarkan data dan deskripsi yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa media diorama efektif digunakan dalam proses pembelajaran karena setelah menggunakan media diorama yang telah dikembangkan siswa senang dan lebih tertarik mengikuti proses pembelajaran IPA, selain itu siswa juga lebih aktif di kelas sehingga memberikan dampak hasil belajar siswa meningkat, dilihat dari nilai hasil belajar IPA uji coba kelas kontrol tanpa

menggunakan media diorama dalam proses pembelajaran yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil belajar IPA kelas eksperimen yang menggunakan media diorama pada saat pembelajaran IPA. Sehingga penggunaan media diorama layak digunakan dalam proses pembelajaran IPA materi pokok pesawat sederhana kelas V SD, diperkuat dengan hasil penelitian Abrar (2018) yang berjudul “Pengembangan Media Diorama Siklus Hujan Berbasis Kontekstual Pada Pembelajaran IPA Kelas V Sekolah Dasar” menjelaskan bahwa untuk menguji keefektifan penggunaan media diorama yaitu dengan membandingkan nilai rata-rata antara penggunaan media diorama dibanding dengan tanpa didukung media diorama terhadap hasil belajar ilmu pengetahuan alam materi siklus hujan berbasis kontekstual. Berdasarkan hasil penelitiannya, media diorama siklus hujan termasuk memenuhi standar keefektifan jika hasil belajar kognitif siswa setelah penggunaan media tersebut meningkat. Dalam hal ini media diorama siklus hujan meningkatkan hasil belajar kognitif siswa. Penilaian uji keefektifan media mendapatkan hasil dari 21 orang siswa, 18 orang siswa hasil belajar kognitifnya meningkat. Jika dihitung menggunakan rumus persentase keefektifan maka mendapatkan data 85,7%. Konversi dari hasil kualitatif menjadi kuantitatif maka pedoman keefektifan hasil belajar 85,7% termasuk dalam kategori sangat efektif, dari 21 orang siswa, 18 orang siswa hasil belajar kognitifnya meningkat setelah penggunaan media.

Keterangan	Validator	
	1	2
(1)	(2)	(3)
Total Skor Empiris (Tse)	32	38
Total Skor Harapan (TSh)	40	40
Presentase (Vp)	80,00%	95,00%
Presentase Validitas Akhir (V)	87,5%	

Gambar 1. Hasil Validasi Media Pembelajaran Diorama



Gambar 2. Pesawat sederhana di lingkungan sekolah



Gambar 3. Pesawat sederhana di lingkungan rumah

SIMPULAN

Pengembangan media pembelajaran diorama dirancang dengan mengacu pada model pengembangan 4-D (*define, design, develop, dan disseminate*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan. Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran Diorama pada pembelajaran pesawat sederhana Kelas V SDN Gunungsari Kabupaten Madiun yang layak digunakan sebagai media pembelajaran inovatif, agar pembelajaran IPA lebih bermakna karena siswa melihat apa saja yang merupakan contoh dari pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari berupa objek miniatur berupa gambar *full color*, selain itu agar siswa tertarik dan termotivasi dalam proses pembelajaran, sehingga dapat meningkatkan hasil belajar khususnya mata pelajaran IPA. Pengembangan media pembelajaran diorama telah memenuhi kriteria kevalidan dengan presentase 87,5% dari hasil kedua validator ahli. Kepraktisan sebesar 88,00% diperoleh dari hasil pengisian angket 10 orang siswa, dan keefektifan diperoleh dari rata-rata nilai tes hasil belajar IPA siswa yang menggunakan media diorama dalam proses pembelajaran lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran tanpa menggunakan media diorama. Dibuktikan melalui nilai rata-rata siswa pada uji coba kelas eksperimen mendapatkan nilai rata-rata sebesar 84,00 sedangkan rata-rata nilai kelas kontrol sebesar 69,00.

Media pembelajaran diorama pada materi pesawat sederhana kelas V SD hendaknya dikembangkan juga untuk materi IPA yang lain dan mata pelajaran lainnya, diharapkan bagi peneliti produk selanjutnya untuk mengembangkan media diorama berbasis role playing agar pembelajaran lebih bervariasi, hasil produk penelitian dan pengembangan akan lebih optimal, jika pembuatan media terbuat dari bahan yang lebih kuat agar media pembelajaran tahan lama dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama jika disimpan dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada SDN Gunungsari tempat dilaksanakannya penelitian, serta Almamater Universitas PGRI Madiun.

DAFTAR RUJUKAN

- Abrar, A. 2018. Pengembangan Media Diorama Siklus Hujan Berbasis Kontekstual Pada Pembelajaran IPA Kelas V Sekolah Dasar. Pengembangan Media Diorama Siklus Hujan Berbasis Kontekstual Pada Pembelajaran IPA Kelas V Sekolah Dasar, 13.
- Agustiana, I Gusti Ayu Tri dan I Nyoman Tika. 2013. *Konsep Dasar IPA Aspek Fisika dan Kimia*. Yogyakarta: Ombak. 257-258.
- Akbar, S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 82-83.
- Arikunto, Suharsimi. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 193-194.
- Azmiyawati, Choiril. dkk. 2008. *IPA Salingtemas 5 untuk SD/MI Kelas V*. Jakarta. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 98.
- Daryanto. 2010. *Media Pembelajaran Peranannya Sangat Penting dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media, 8-18.
- Kiswandari, S. 2016. PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN DIORAMA DAUR AIR PADA MATA PELAJARAN IPA KELAS V SD. BASIC EDUCATION, 5(10), 970-975.

- Maryati, R. 2017. Pengembangan Media Diorama Papercraft Untuk Pembelajaran Menulis Teks Deskripsi Berpendekatan Saintifik Siswa Kelas VII SMP Negeri 3 Sidoarjo. *BAPALA*, 4(1), 5.
- Munadi, Yudhi. 2013. *Media Pembelajaran Sebuah Pendekatan Baru*. Jakarta:Referensi (GP Press Group), 109.
- MURIS, A. F., & Soegiyanto, U. 2015. PENGGUNAAN MEDIA DIORAMA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN MENULIS PARAGRAF DESKRIPSI. *Jurnal Didaktika Dwija Indria (SOLO)*, 3(8), 2-54.
- Noor, J. 2011. *Metodologi Penelitian: Skripsi, Tesis, Disertasi, dan Karya Ilmiah*. Jakarta: Kencana, 175-176.
- Samatowa, Usman. 2010. *Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar*. Jakarta: PT indeks Permata Puri Media, 4-3.
- Sudaryono, Gaguk margono, dan Wardani Rahayu. (2013). *Pengembangan Instrumen Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 49.
- Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif*. Jakarta: Kencana, 243.

Peningkatan Motivasi Belajar Siswa Kelas X MIPA 5 SMA Negeri 5 Kediri pada Mata Pelajaran Biologi melalui Penerapan Strategi Pembelajaran *Group Investigation* (GI) berbasis *Lesson Study*

Titis Mulyaningtyas¹, Rinda Wahyutiani¹, Asep Satria Kurniawan¹, Sri Hidayati Rachmat², Sulistiono¹, Agus Muji Santoso¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Nusantara PGRI Kediri

² Guru Biologi SMA Negeri 5 Kediri

Email: titisasmara96@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui motivasi belajar siswa melalui strategi pembelajaran *Group Investigation* berbasis *Lesson Study*. Penelitian ini menggunakan Penelitian Tindakan Kelas yang dilakukan secara *Lesson Study* dan dirancang sebanyak 3 siklus selama semester genap tahun ajaran 2018 dengan melibatkan 1 guru model dan 8 observer. Subjek penelitian adalah siswa kelas X MIPA 5 (35 siswa). Data motivasi belajar diperoleh dari angket yang diisi oleh siswa setiap akhir siklus. Nilai motivasi belajar siswa tersebut dianalisis menggunakan analisis deskriptif dengan membandingkan antara siklus I, siklus II, dan siklus III. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata motivasi belajar siswa siklus I dan II mengalami peningkatan yaitu 72% menjadi 72,14%, akan tetapi terjadi penurunan pada siklus III yaitu 71,26%. Penerapan *Group Investigation* berbasis *Lesson Study* tidak hanya dapat meningkatkan motivasi belajar siswa namun guru juga dapat membangun *learning community* yang bertujuan untuk membuat guru semakin bersemangat meningkatkan kualitas mengajar dari dalam dirinya dan melakukan pembelajaran secara kolaboratif.

Kata Kunci:

motivasi belajar, *Group Investigation*, *lesson study*, Biologi

PENDAHULUAN

Proses pembelajaran merupakan proses dimana terdapat interaksi antara guru dengan siswa dalam suatu kelas dengan cara tertentu, ditunjukkan agar siswa mampu membangun struktur kognitif melalui pencarian informasi secara mandiri maupun berkelompok (Yuliani, 2015).

Motivasi belajar merupakan hal penting dalam proses pembelajaran, dimana motivasi dapat mendorong tingkah laku, mempengaruhi serta mengubah tingkah laku. Motivasi belajar memegang peranan cukup besar terhadap capaian hasil belajar, tanpa motivasi belajar, siswa tidak dapat belajar. Oleh karena itu, bagi seorang siswa motivasi untuk belajar pada umumnya timbul karena adanya rangsangan, baik yang datang dalam dirinya sendiri maupun dari luar dirinya (Mudawamah, 2016).

Berdasarkan hasil analisis data studi pendahuluan dan wawancara terhadap guru Biologi kelas X MIPA 5 SMA Negeri 5 Kediri diketahui bahwa pembelajaran yang

dilakukan belum sesuai dengan harapan. Proses pembelajaran belum menerapkan model pembelajaran yang terstruktur, karena merasa kesulitan dan harus mencari yang sesuai, guru masih menggunakan metode ceramah dan memberi tugas kepada siswa dan guru kesulitan dalam membentuk suatu konsep yang mudah dipahami oleh siswa. Hal ini menyebabkan siswa kurang semangat dalam pembelajaran biologi, kurangnya kesadaran siswa untuk memahami pelajaran secara mandiri, malasnya siswa mengikuti pembelajaran biologi menunjukkan siswa memiliki motivasi yang rendah.

Menyadari bahwa proses pembelajaran di kelas X MIPA 5 SMA Negeri 5 Kediri terdapat permasalahan maka strategi pembelajaran GI berbasis LS dirasa tepat dan sesuai untuk diterapkan di kelas tersebut. Menurut Sumilah (2010) GI digunakan untuk melatih kemampuan berfikir yang lebih tinggi seperti menganalisis dan mengevaluasi. Siswa bekerja dalam kelompok untuk menghasilkan suatu proyek atau tugas yang dapat dipilih sendiri oleh siswa dan dapat menyelesaikan masalah. Adapun sintak dalam GI menurut Slavin (2005) mengidentifikasi topik dan membagi siswa dalam kelompok, merencanakan tugas dalam LKPD, melakukan penyelidikan dengan mengumpulkan informasi, mempersiapkan tugas akhir, mempresentasikan tugas akhir, evaluasi dengan melakukan refleksi terhadap hasil pembelajaran.

Pelaksanaan strategi ini akan lebih mudah apabila dilakukan berbasis *Lesson Study* (LS). Menurut Yuliani (2015) LS merupakan suatu kerjasama antara beberapa guru untuk merencanakan, melakukan serta mengevaluasi secara bersama-sama kegiatan pembelajaran yang berkelanjutan untuk mendapatkan hasil pemecahan masalah secara baik dalam pembelajaran. Melalui LS, guru dapat mengembangkan cara mengajar dengan baik sesuai perencanaan disaat pembelajaran berlangsung dan melakukan pembelajaran dengan kolaboratif.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak penerapan strategi pembelajaran *Group Investigation* (GI) berbasis *Lesson Study* terhadap peningkatan motivasi belajar siswa pada mata pelajaran Biologi di kelas X MIPA 5 SMA Negeri 5 Kediri.

METODE

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X MIPA 5 SMA Negeri 5 Kediri Tahun Ajaran 2017/2018. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 5 Kediri pada semester genap Tahun Ajaran 2017/2018.

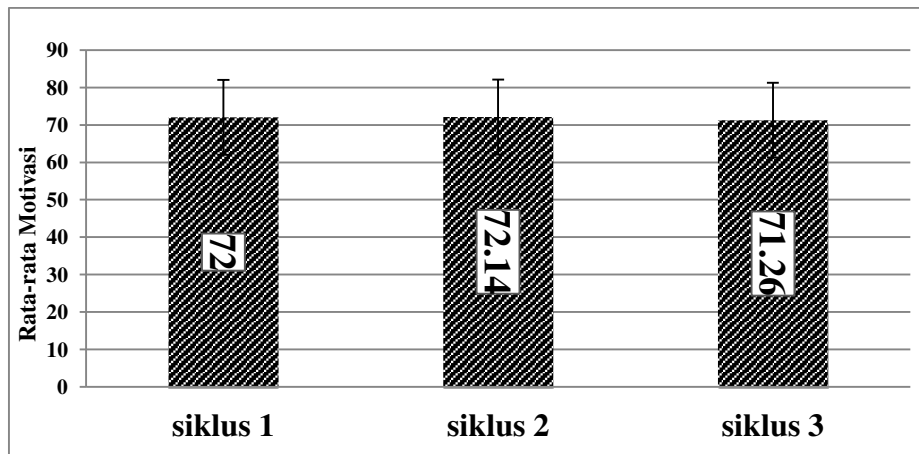
Penelitian yang digunakan adalah penelitian tindakan kelas (*Classroom Action Research*) yang dilakukan secara kolaboratif berbasis *Lesson Study* dengan menggunakan model Kemmis and Mc. Taggart (Susilo, 2012). Tahapan-tahapan dari model ini adalah penyusunan perencanaan (*planning*) masuk dalam tahapan *Plan* pada LS, pelaksanaan tindakan (*acting*) masuk dalam tahapan *Do* pada LS, observasi (*observing*) masuk dalam tahapan *Do* pada LS, dan refleksi (*reflecting*) masuk dalam tahapan *See* pada LS. Penelitian ini dilakukan sebanyak 3 siklus.

Data motivasi belajar diperoleh dari angket yang diisi oleh siswa setiap akhir siklus. Kemudian data motivasi belajar siswa dianalisis menggunakan analisis deskriptif dengan membandingkan antara siklus I, II, dan III.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Motivasi Belajar

Data hasil motivasi belajar siswa diperoleh dari hasil angket yang diisi oleh siswa pada akhir siklus. Berdasarkan hasil angket rata-rata motivasi belajar siswa pada siklus I, II, dan III mengalami kenaikan dan penurunan. Pada siklus I rata-rata motivasi belajar siswa yaitu 72. Pada siklus II motivasi belajar siswa mengalami kenaikan sebesar 0,14, dari siklus I 72 menjadi 72,14 pada siklus II. Pada siklus III motivasi belajar siswa mengalami penurunan sebesar 0,88 dari siklus II 72,14 menjadi 71,26 pada siklus III. Berikut adalah diagram rata-rata motivasi belajar siswa siklus I, II dan III.



Gambar 1. Rata-rata Motivasi Belajar Siswa

Berdasarkan hasil analisis data diketahui bahwa motivasi belajar siswa yang diukur dengan angket yang diisi oleh siswa menunjukkan bahwa terjadi peningkatan dan penurunan. Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan hasil observasi, namun berdasarkan hasil angket motivasi belajar siswa menunjukkan hasil yang menurun. Berdasarkan hasil observasi, motivasi belajar siswa mulai nampak dikarenakan siswa menanggapi apersepsi yang diberikan guru, siswa mulai aktif bertanya saat presentasi, siswa saling diskusi, menanggapi, dan memberi masukan kepada presenter. Pada saat melakukan pengamatan di luar kelas, mereka mempunyai rasa ingin tahu yang tinggi untuk mengamati secara detail apa yang mereka temukan di alam. Saat pengamatan mereka saling berdiskusi memberi pendapat, ide dan gagasan dengan anggota kelompok mengenai hasil temuan mereka. Adanya perbedaan data statistik dan data observasi adalah dikarenakan waktu pemberian angket kurang tepat. Siswa sudah mulai malas mengisi angket, dikarenakan terlalu banyak sehingga siswa kurang fokus dalam pengisian angket dan diisi sesuai kemauannya tanpa membaca dengan jeli isi angket. Hal tersebut didukung dengan hasil pengamatan pada sejumlah aktivitas pada beberapa tahap sintak GI:

- Sintak 1: siswa mengikuti intruksi guru dalam pembagian kelompok. Aktivitas tersebut mampu mengembangkan motivasi siswa, karena siswa melaksanakan perintah guru saat pembentukan kelompok.
- Sintak 3: siswa mencari, mengumpulkan, dan menganalisis informasi mengenai topik yang dibahas dalam kelompok. Aktivitas tersebut mampu mengembangkan motivasi siswa, karena siswa mencari informasi mengenai topik yang didiskusikan melalui referensi dari buku dan internet.

- c. Sintak 5: siswa menanggapi hasil kerja kelompok yang presentasi dengan cara bertanya, menambahkan jawaban atau pendapat yang belum disampaikan. Aktivitas tersebut mampu mengembangkan motivasi siswa, karena saat presentasi siswa aktif diskusi, bertanya, dan saling bertukar pendapat dengan kelompok lain.

Motivasi belajar memegang peranan cukup besar terhadap capaian hasil belajar, tanpa motivasi belajar siswa tidak dapat belajar dan prestasi belajar akan lemah. Penggunaan strategi GI berbasis LS membuat siswa lebih aktif belajar dan meningkatkan motivasi belajar siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Praptiwi (2012) bahwa strategi pembelajaran GI memiliki beberapa kelebihan, diantaranya dapat menumbuhkan motivasi dan semangat belajar sebagai sebuah proses pembelajaran sosial karena menuntut keterlibatan siswa dalam kelompok. Selain itu, melalui strategi pembelajaran GI siswa diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan, menjawab pertanyaan, memberikan komentar terhadap pendapat siswa lain saat pembelajaran berlangsung, sehingga dapat menggugah motivasi belajar siswa dan kemampuan berpikir tinggi siswa (Laila, 2016).

Penerapan *Group Investigation* berbasis *Lesson Study* tidak hanya dapat meningkatkan motivasi belajar siswa namun guru juga dapat membangun *learning community* yang bertujuan untuk membuat guru semakin bersemangat meningkatkan kualitas mengajar dari dalam dirinya dan melakukan pembelajaran secara kolaboratif.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan strategi pembelajaran GI berbasis LS dapat meningkatkan motivasi belajar siswa kelas X MIPA 5 SMA Negeri 5 Kediri pada Semester Genap Tahun Ajaran 2017/2018. Hal ini dapat dilihat dari hasil rata-rata motivasi belajar siswa siklus I dan II mengalami peningkatan yaitu 72% menjadi 72,14%, akan tetapi terjadi penurunan pada siklus III yaitu 71,26%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Dr. Sulistiono, M.Si. dan Dr. Agus Muji Santoso, M.Si. selaku dosen pembimbing, Sri Hidayati Rachmat, S.Pd. selaku guru biologi kelas X IPA 5 SMA Negeri 5 Kediri, dan teman-teman yang telah membantu dalam kelancaran penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Laila, N., Hariyono, Sumarmi. 2016. Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa pada Pembelajaran IPS Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Group Investigation*. *Jurnal Teori dan Praktis Pembelajaran IPS*, 1 (2): 123-129.
- Mudawamah, K.A. 2016. Penerapan Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Argumentasi Ilmiah Siswa Tentang Ekosistem Kelas VII MTs. Zainul Hasan Pare. *Skripsi*. Kediri: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Pratiwi & Handhika, J. 2012. Efektivitas Metode Kooperatif GI dan STAD Ditinjau dari Kemampuan Awal. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 3(1): 41-50.
- Slavin, R.E. 2005. *Cooperative Learning: Teori, Riset dan Praktik*. Bandung: Nusa Media.
- Sumilah. 2010. Upaya Peningkatan Hasil Belajar IPA Melalui Pembelajaran Kooperatif Tipe *Group Investigation* pada Siswa Kelas V SD Negeri Majir Kecamatan Kutoarjo

- Kabupaten Purworejo Tahun Pembelajaran 2009/2010. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Susilo, H., Chotimah, H., Sari, Y.D. 2012. *Penelitian Tindakan Kelas Sebagai Sarana Pengembangan Keprofesionalan Guru dan Calon Guru*. Malang : Bayumedia.
- Yuliani, Wahyuningtyas, E., Primandiri, P.R., Santoso, A.M. 2015. Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)* Berbasis *Local Material (LM)* Melalui *Lesson Study (LS)* untuk Meningkatkan Keterampilan Metakognisi, Keterampilan Inkuiri, dan Hasil Belajar Siswa Kelas X5 SMAN 1 Mojo Kediri pada Materi Tumbuhan. *Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015*, 353-358.

Menjadi Scientis dalam Pembelajaran Genetika melalui Implementasi Didactical Desain Research Berbasis Pengetahuan Metakognitif

Elya Nusantari¹, Safriani Tayib², Aryati Abdul²

¹ Prodi Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Gorontalo

² Guru Biologi Madrasah Aliyah Negeri I Kota Gorontalo

Email: elya.nusantari09@yahoo.co.id

Abstrak

Pembelajaran penemuan konsep Biologi di sekolah banyak mengalami masalah khususnya pada konsep Genetika. Hal ini disebabkan urutan konsep yang harus dipelajari siswa tidak ditata dengan baik. Hubungan di antara konsep tidak diperhatikan. Guru adalah scientis yang dapat melakukan inquiry mengajar dengan mengimplementasikan kerangka berpikir Didactical Desain Research untuk berpikir sistematis. Dengan mengembangkan instrument berpikir Metakognitif siswa dapat memahami konsep genetika. Oleh sebab itu peranan guru penting dalam menyajikan pembelajaran yang sistematis sesuai kebutuhan siswa, bukan mengajar sebanyak mungkin konsep kepada siswa tanpa makna.

Kata Kunci:

Genetika,
Didactical
Desain
Research,
metakognitif.

PENDAHULUAN

Salah satu indikator rendahnya mutu pendidikan diukur dari capaian hasil ujian nasional NUN siswa di sekolah. Data nilai NUN pada mata pelajaran Biologi di SMA di Gorontalo masih rendah. Penelitian oleh Abdul A. Hasan, A., Rahman dkk (2012) mengungkapkan salah satu penyebab rendahnya nilai NUN SMA adalah rendahnya nilai yang diperoleh siswa pada konsep genetika. Lebih lanjut terungkap faktor penyebab kesulitan memahami konsep genetika pada siswa terkait dengan kurangnya sarana prasarana pendukung laboratorium sehingga praktikum genetika tidak terlaksana, keterbatasan buku penunjang, dan kesulitan guru mentransfer ilmu genetika.

Hal ini diteliti lebih lanjut oleh Nusantari (2012) menemukan siswa sulit memahami genetika pada konsep DNA dan RNA, hukum Mendel, pembelahan meiosis, pola pewarisan sifat Mendel. Kesulitan memahami konsep ini menyebabkan banyak terjadi miskonsepsi. Alfiyah, Nusantari dan Abdul (2013) mendiagnosis kesulitan siswa mengerjakan soal pewarisan sifat. Penelitian menunjukkan bahwa banyak siswa salah dalam menentukan parental, salah menentukan genotip dan fenotip, salah saat membuat persilangan, salah saat menentukan turunan F1 maupun F2, salah saat membuat bagan papan catur dan salah dalam menentukan pola pewarisan sifat.

Pembelajaran genetika selama ini dilaksanakan hanya berorientasi behaviourisme yakni siswa dilatih memecahkan soal-soal genetika. Contohnya pada konsep pewarisan sifat. Siswa mengikuti langkah-langkah penyelesaian secara teknis yang dicontohkan oleh guru. Penjelasan detail tentang mengapa parental dilambangkan dengan genotip yang terdiri dari dua huruf yang

Diterima:

10 September 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

30 Desember 2018

terkait dgn kerja gen sealel, bagaimana proses terbentuknya gamet sehingga kandungan genetiknya bervariasi, kapan hukum Mendel I dan II terjadi, apa akibat hukum Mendel II terhadap variasi kombinasi gen pada pembentukan gamet. Penjelasan terkait konsep-konsep Mendel seharusnya dikaitkan dengan proses pembelahan sel meiosis. Sehingga penjelasannya menjadi komprehensif dan tidak terpisah-pisah. Konsep-konsep ini harus dipahami terlebih dahulu sebelum siswa memecahkan masalah pewarisan sifat. Namun banyak rangkaian konsep diabaikan dan latihan memecahkan masalah hanya diutamakan pada hasil akhir saja. Akibatnya ada benang yang putus diantara konsep-konsep. Sehingga siswa tidak memperoleh pembelajaran genetika yang bermakna. Siswa tidak mengkonstruksi konsep secara sistematis.

Maka penting bagi guru untuk berpikir seperti seorang scientis yang selalu berinquiry dalam pembelajaran untuk menemukan pola yang tepat dalam membelajarkan siswa atau anak didiknya. Guru selalu memikirkan bagaimana proses berpikir sistematis agar siswa dapat memahami konsep genetika. Inilah yang disebut sebagai kemandirian berpikir (Suryadi, 2014). Guru tidak hanya mentransfer ilmu dengan percaya dari buku sumber saja, tetapi juga mengolah informasi dari teksbook terpercaya lainnya. Dan menerima perbedaan cara pandang serta mendiskusikan dengan sesama guru. Saatnya guru berpikir untuk merencanakan pembelajaran, melaksanakan pembelajaran dan merefleksikan hasil pembelajarannya. Kesadaran berpikir guru ini membangkitkan kesadaran bahwa guru juga bisa menjadi peneliti dalam pembelajarannya. Tulisan ini berdasarkan gagasan dan hasil penelitian yang mengemukakan bagaimana guru bisa menjadi seorang scientis yang berhasil membawa siswanya dalam situasi didaktis untuk bisa memahami suatu konsep.

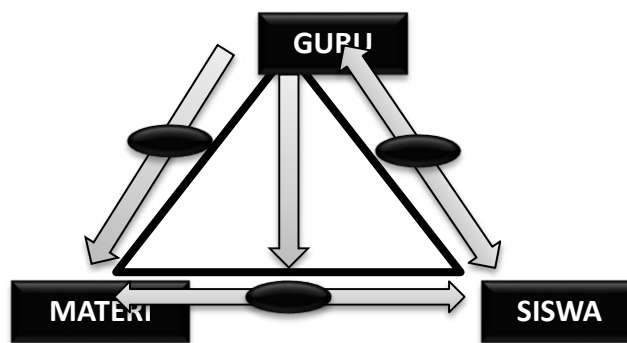
Kerangka Berpikir Didactical Desain Research

Kerangka berpikir Didactical Desain Research merupakan gagasan yang dikemukakan oleh guru besar bidang pendidikan matematika UPI yakni Prof Didi Suryadi M.Pd. Beliau menyatakan bahwa pada saat guru atau dosen menciptakan sebuah situasi didaktis, terdapat tiga kemungkinan yang bisa terjadi terkait respon atas situasi tersebut yaitu seluruhnya sesuai prediksi, sebagian sesuai prediksi, atau tidak ada satupun yang sesuai prediksi. Situasi seperti ini tentu menjadi tantangan bagi guru untuk mampu mengidentifikasi setiap kemungkinan yang terjadi, menganalisis situasi tersebut, serta mengambil tindakan secara cepat dan tepat. Tindakan yang diambil guru atau dosen setelah melakukan analisis secara cepat terhadap berbagai respon yang muncul, bisa bersifat didaktis maupun pedagogis. (Suryadi, 2009). Dalam kenyataannya, yang menjadi sasaran tindakan tersebut juga bisa bervariasi tergantung hasil analisis guru yaitu bisa kepada individu, kelompok, atau kelas. Akibat dari tindakan yang dilakukan tersebut tentu akan menciptakan situasi baru yang sangat tergantung pada jenis tindakan serta sasaran yang dipilih.

Pada saat suatu situasi didaktis dan atau pedagogis terjadi, maka pada saat yang sama guru akan berpikir tentang respon siswa yang mungkin beragam, keterkaitan respon dengan prediksi serta antisipasinya, dan tindakan apa yang akan diambil setelah sebelumnya melakukan identifikasi serta analisis yang cermat. Dengan demikian, selama proses pembelajaran berjalan guru akan senantiasa berpikir tentang keterkaitan antara tiga hal yaitu antisipasi didaktis-pedagogis, hubungan didaktis, dan hubungan pedagogis.

Hubungan Guru-Siswa-Materi ini sebelumnya digambarkan oleh Kansanen (2003) sebagai sebuah Segitiga Didaktik yang menggambarkan hubungan didaktis (HD) antara siswa dan materi, serta hubungan pedagogis (HP) antara guru dan siswa. Ilustrasi segitiga didaktik dari

Kansanen tersebut belum memuat hubungan guru-materi dalam konteks pembelajaran. Suryadi (2008) menambahkan hubungan didaktis dan pedagogis tidak bisa dipandang secara parsial melainkan perlu dipahami secara utuh karena pada kenyataannya kedua hubungan tersebut dapat terjadi secara bersamaan. Dengan demikian, seorang guru pada saat merancang sebuah situasi didaktis, sekaligus juga perlu memikirkan prediksi respons siswa atas situasi tersebut serta antisipasinya sehingga tercipta situasi didaktis baru. Antisipasi tersebut tidak hanya menyangkut hubungan siswa-materi, akan tetapi juga hubungan guru-siswa baik secara individu maupun kelompok atau kelas. Atas dasar hal tersebut, maka pada segitiga didaktis Kansanen perlu ditambahkan suatu hubungan antisipatif guru-materi yang selanjutnya bisa disebut sebagai Antisipasi Didaktis dan Pedagogis (ADP) sebagaimana diilustrasikan pada gambar segitiga didaktis Kansanen yang dimodifikasi berikut ini .



Gambar 3. Segitiga Didaktis yang Dimodifikasi
(Sumber: Suryadi, 2008)

Peran guru yang paling utama dalam konteks segitiga didaktis ini adalah menciptakan suatu situasi didaktis (*didactical situation*) sehingga terjadi proses belajar dalam diri siswa. Ini berarti bahwa seorang guru selain perlu menguasai materi ajar, juga perlu memiliki pengetahuan lain yang terkait dengan siswa serta mampu menciptakan situasi didaktis yang dapat mendorong proses belajar secara optimal. Dengan kata lain, seorang guru perlu memiliki kemampuan untuk menciptakan relasi didaktis (*didactical relation*) antara siswa dan materi ajar sehingga tercipta suatu situasi didaktis ideal bagi siswa. Apabila guru belum berhasil menciptakan situasi didaktis ideal bagi siswa maka akan terjadi kesulitan belajar siswa.

Dengan demikian sangat penting mempersiapkan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan bahan ajar yang dapat mendorong siswa agar belajar secara optimal. (Suryadi, 2010) Selanjutnya, dalam melaksanakan pembelajaran penting bagi guru untuk menciptakan situasi didaktis yang ideal bagi proses berpikir siswa agar siswa tidak mengalami kesulitan belajar. Demikian pula setelah dilaksanakan pembelajaran guru juga melakukan refleksi terkait kendala yang muncul saat pembelajaran dan upaya untuk meningkatkana keberhasilan pembelajaran. Mengacu pada antisipasi didaktik, hendaknya guru mempersiapkan rencana pembelajaran yang mempertimbangkan aksi atau respon siswa saat pembelajaran dilakukan. Maka guru perlu mendesain pembelajaran tahap demi tahap secara sistematis sesuai pikiran guru. Pikiran guru ini diharapkan dapat diterima dengan benar sesuai pikiran siswa. Apabila tidak bisa diterima oleh siswa maka terjadilah apa yang disebut a-didaktis.

PEMBAHASAN

Aplikasi Kerangka Berpikir DDR untuk Menyajikan Konsep Pewarisan Sifat

Sehubungan dengan masalah kesulitan belajar yang dialami siswa pada konsep genetika, maka penulis telah menggunakan kerangka berpikir DDR Suryadi ini untuk mempersiapkan rencana pembelajaran. Sebelum disusun kerangka pikir DDR, penelitian awal dilakukan oleh Alfiyah, Nusantari, Abdul (2013) terkait bagaimana kemampuan siswa dalam mengerjakan soal UAN pada konsep pewarisan sifat. Ternyata diperoleh nilai yang rendah. Prosentasi rata-rata siswa yang mampu menjawab benar adalah 17,3 %. Apakah yang menyebabkan siswa tidak mampu menjawab soal pewarisan sifat. Lebih lanjut hasil penelitian menunjukkan bahwa kesulitan tersebut disebabkan siswa hanya menghafal soal tanpa memahami konsep pewarisan sifat. Hasil diagnosis kesulitan mengerjakan soal menunjukkan bahwa siswa tidak bisa menuliskan genotip parental, sulit menentukan gamet, tidak bisa menjelaskan mengapa gamet yang terbentuk demikian, tidak bisa menentukan gamet pada persilangan monohybrid, dihibrid apalagi trihibrid, tidak bisa membuat bagan persilangan pada papan catur.

Maka sebagai guru kita harus memikirkan konsep apa saja yang harus diberikan kepada siswa agar siswa bisa memahami konsep pewarisan sifat dengan benar. Guru jangan berpikir sebanyak apa materi yang akan saya berikan kepada siswa, tetapi guru hendaknya menyajikan konsep yang perlu dibekali kepada siswa agar siswa dapat memahami konsep tertentu.. Maka disusunlah desain pembelajaran yang mengacu pada pemikiran DDR bahwa guru hendaknya memikirkan situasi didaktik dalam pembelajaran dan bisa membayangkan dengan situasi yang ada bagaimana respon siswa, apakah sesuai didaktik atau tidak sesuai didaktik (a-didaktik).. Maka kita mulai memetakan susunan materi yang akan diajarkan untuk mendukung pemahaman terhadap konsep pewarisan sifat.

Bila dibuka pada buku teks tentang pewarisan sifat maka isi materinya adalah hukum Mendel I, hukum Mendel II, penyimpangan hukum Mendel, pautan dan pindah silang. Diantara konsep yang ada kurang penjelasan hubungan dengan konsep lainnya. Apakah Bapak Ibu guru menyadari bahwa konsep pewarisan sifat bisa dipahami bila sudah dipahami beberapa konsep terkait lainnya. Berdasarkan hal itu, maka mari kita lihat urutan konsep pewarisan sifat yang seharusnya disajikan dalam pembelajaran adalah:

1. Siapa yang membawa sifat pada makhluk hidup? (Jawaban: DNA dan RNA);
2. Apakah pewarisan sifat Mendel berlaku pada semua makhluk hidup?
(Jawaban: Tidak. Hanya berlaku pada golongan makhluk hidup eukariotik yang berbiak secara seksual. Mekanisme pewarisan sifat Mendel tidak berlaku pada DNA di sitoplasma dan DNA/RNA di golongan prokariotik)
3. Pewarisan sifat Mendel dibawa oleh apa?
(Jawaban: gen yang terangkai pada kromosom autosom atau gonosom pada golongan makhluk hidup eukariotik)
4. Pewarisan sifat oleh Mendel kejadiannya pada peristiwa apa?
(Jawaban: Hukum Mendel terjadi peristiwa pembentukan gamet yakni saat pembelahan meiosis)
5. Bukankah hukum Mendel I terjadi pada persilangan monohybrid?

- (Jawaban: Tidak. Hukum Mendel I terjadi saat pembelahan Meiosis I tahap Anafase I)
6. Bukankah hukum Mendel II terjadi pada persilangan dihibrid?
(Jawaban: Tidak. Hukum Mendel II terjadi saat pembelahan Meiosis I tahap Metafase I)
7. Jadi ada kaitan konsep pembelahan meiosis dengan konsep hukum Mendel?
(Jawaban: Ya. Pada pembelahan meiosis I fase Metafase terjadi hukum Mendel II yakni hukum kombinasi bebas gen (kromosom) dengan kromosom tidak sehomolog. Hukum Mendel I terjadi pada fase Anafase I yakni pemisahan kromosom yang merupakan kromosom homolognya.
8. Apa akibat hukum Mendel II dan dilanjutkan hukum Mendel I bagi kombinasi gen?
(Jawaban: Hukum Mendel II dan dilanjutkan dengan hukum Mendel I yakni berpisahannya kromosom sehomolog berakibat dihasilkannya gamet yang memiliki kromosom sejumlah separuh dari kromosom induknya dengan kombinasi gen yang bervariasi. Saat gamet jantan bertemu dengan gamet betina maka hasil dari kombinasi gen akan nampak pada keturunannya.

Berdasarkan urutan berpikir yang dikemukakan di atas, maka idealnya urutan materinya dalam pewarisan sifat adalah Pembawa sifat keturunan adalah gen/DNA dan RNA; Pembelahan meiosis dan hubungannya dengan perilaku kromosom yakni replikasi kromosom, kombinasi bebas gen dan berpisahannya gen sealel; Pewarisan sifat melibatkan gen sealel sesuai Hukum Mendel I dan II; Pewarisan Sifat melibatkan lebih dari 2 gen sealel atau Penyimpangan Mendel: Pewarisan sifat di luar hukum Mendel. Maka jelaslah pertalian konsep pewarisan sifat sehingga diharapkan siswa dapat mengetahui bagaimana gamet dapat memiliki kandungan genetik yang bervariasi akibat kombinasi bebas gen pada saat pembelahan meiosis. Bila konsep ini sudah dipahami oleh siswa maka mudah bagi siswa menentukan parental, membuat gamet, membuat persilangan dan meramalkan hasilnya tanpa harus menghafalnya.

Aplikasi Pembelajaran Genetika pada Konsep Pewarisan Sifat yang Disajikan Berbasis Metakognitif.

Kerangka berpikir DDR mendasari guru untuk berpikir bagaimana siswa dapat memahami suatu konsep melalui urutan berpikir yang sistematis. Guru menyajikan konsep dalam perencanaan pembelajaran tertentu kemudian guru memikirkan respon siswa maka bila respon siswa sesuai dengan pikiran guru maka guru berhasil membawa siswa pada situasi didaktik yang diharapkan.

Berdasarkan analisis penulis, bahwa kerangka berpikir DDR Suryadi ini merupakan wujud dari kemampuan berpikir metakognitif seorang guru. Guru selalu disadarkan dengan pikirannya dalam merencanakan, melaksanakan dan merefleksi pembelajaran yang dilakukannya. Selanjutnya guru akan melatih siswanya berpikir metakognitif juga. Selama pembelajaran siswa juga dilatih untuk berpikir secara runtut tentang teori/konsep untuk selanjutnya digunakan dalam memecahkan masalah dengan benar.

Melalui kerangka berpikir DDR guru memikirkan cara yang tepat agar siswa dapat memahami suatu konsep dan selanjutnya dituangkannya urutan konsep tersebut ke dalam RPP,

bahan ajar sampai pada urutan pelaksanaan pembelajaran. Selanjutnya ketika guru memberikan soal untuk dipecahkan oleh siswa, maka guru juga hendaknya menyajikan soal yang memperhatikan urutan berpikir dalam langkah pemecahan masalah tersebut. Hal ini merupakan upaya menyadarkan siswa bahwa siswa harus menyadari pikirannya atau melatih siswa berpikir tentang pikirannya. Hal ini disebut sebagai berpikir metakognitif. Maka dapat dikatakan bahwa melalui kerangka berpikir DDR maka baik guru maupun siswa juga telah diberdayakan pikirannya untuk berpikir tingkat tinggi atau berpikir metakognitif.

Penelitian berpikir metakognitif telah dilakukan oleh Tayeb, S, Hasan, A, Nusantari (2015) tentang pengembangan instrumen metakognitif untuk melatih siswa memecahkan masalah pewarisan sifat melalui berpikir metakognitif. Berikut adalah contoh urutan konsep yang diperhatikan dalam memecahkan masalah. Urutan konsep yang ditanyakan mengacu pada instrument pengetahuan metakognitif yang dikembangkan oleh Rompayon (2010) yang meliputi pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural dan pengetahuan kondisional. Siswa harus memahami terlebih dahulu pengetahuan konsepnya sebelum bisa mengerjakan soal-soal pemecahan masalah. Pada tahap berikutnya diharapkan siswa dapat memahami pengetahuan kondisional setelah memahami pengetahuan deklaratif dan proseduralnya.

Pertanyaan pada Konsep Genetika Pewarisan Sifat yang disajikan Berbasis Pengetahuan Metakognitif disajikan berikut ini (Tayeb, S, Hasan, A, Nusantari, 2015)

1. Jawablah pertanyaan di bawah ini :
 - a) Jelaskan apa yang dimaksud dengan gen, genotipe, fenotipe, gamet, homozigot, heterozigot, dominan dan resesif ?
 - b) Dalam suatu taman terdapat tanaman bunga berwarna merah berbatang tinggi (MMTT). Tentukanlah genotipe dan fenotipe tanaman tersebut ?
 - c) Apakah dapat dihasilkan gamet (mt) dari tanaman bunga merah batang tinggi ?
2. Jawablah pertanyaan di bawah ini :
 - a) Jelaskan :
 - (1) Apa yang dimaksud dengan parental dan filial ?
 - (2) Apa yang dimaksud dengan Hukum Mendel I ?
 - (3) Apa yang dimaksud dengan persilangan monohibrid ?
 - (4) Bagaimanakah hubungan Hukum Mendel I dengan persilangan monohibrid ?
 - (5) Pada peristiwa apa Hukum Mendel I terjadi ?
 - b) Anda diberikan tugas oleh gurumu untuk menyilangkan tanaman kapri berbatang tinggi (TT) dengan tanaman kapri berbatang pendek (tt), apabila persilangan berhasil dilakukan bagaimanakah perbandingan fenotip F2 yang dihasilkan jika keturunan F1 disilangkan dengan sesamanya ?
 - c) Saat anda mengerjakan tugas yang diberikan oleh gurumu untuk melakukan persilangan tanaman kapri berbatang tinggi (TT) dengan tanaman kapri berbatang pendek (tt), apabila persilangan berhasil dilakukan dapatkah dihasilkan perbandingan fenotip F2 = 2 : 2 ? Berikan alasan anda !
3. Jawablah pertanyaan dibawah ini :
 - a) Jelaskan :
 - (1) Apa yang dimaksud dengan Hukum Mendel II ?
 - (2) Apa yang dimaksud dengan persilangan dihibrid ?
 - (3) Bagaimanakah hubungan Hukum Mendel II dengan persilangan dihibrid ?

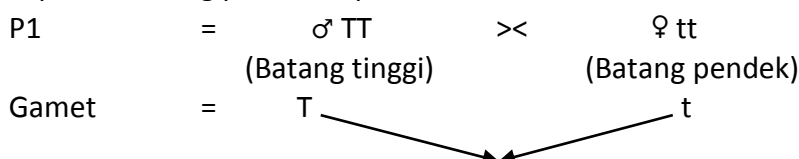
- (4) Pada peristiwa apa Hukum Mendel II terjadi ?
- b) Anda menyilangkan tanaman berbiji bulat berwarna kuning (BBKK) yang bersifat dominan homozigot terhadap tanaman berbiji kisut berwarna hijau (bbkk), bagaimanakah rasio F₂, jika keturunan pertama (F₁) disilangkan dengan sesamanya ?
- c) Ketika anda melakukan persilangan tanaman berbiji bulat berwarna kuning (BBKK) yang bersifat dominan homozigot terhadap tanaman berbiji kisut berwarna hijau (bbkk), dapatkah dihasilkan pada keturunan pertama (F₁) tanaman berbiji kisut berwarna hijau ?

Jawaban pertanyaan nomor 1 yaitu :

- a. Jawabannya adalah :
- (1) Gen adalah fragmen DNA yang mengekspresikan suatu sifat.
 - (2) Genotipe adalah susunan gen yang mengendalikan suatu sifat yang diberi simbol dengan dua huruf.
 - (3) Fenotipe adalah sifat yang diwariskan dari induknya yang dapat diamati dengan panca indera.
 - (4) Gamet adalah sel kelamin yang diproduksi oleh organisme dan mengandung $\frac{1}{2}$ kromosom induknya.
 - (5) Homozigot adalah pasangan gen yang sejenis contoh AA, aa.
 - (6) Heterozigot adalah pasangan gen yang tidak sejenis contoh Aa.
 - (7) Dominan adalah sifat yang selalu muncul.
 - (8) Resesif adalah sifat yang tersembunyi atau tidak muncul.
- b. Genotipenya adalah MMTT sedangkan fenotipenya adalah tanaman bunga merah, berbatang tinggi.
- c. Tidak bisa dihasilkan gamet mt apabila tanamannya bergenotipe MMTT (homozigot) akan tetapi dapat dihasilkan apabila gamet mt tanamannya bergenotipe MmTt (heterozigot).

Jawaban pertanyaan nomor 2 yaitu :

- 1) Jawabannya adalah :
 - a. Parental adalah induk dari sebuah persilangan disingkat P sedangkan filial adalah keturunan dari sebuah persilangan disingkat F.
 - b. Hukum Mendel I adalah Hukum pemisahan gen sealel.
 - c. Persilangan monohibrid adalah suatu persilangan dengan satu sifat beda.
 - d. Hubungan Hukum Mendel I dengan persilangan monohibrid adalah Hukum Mendel I dibuktikan melalui persilangan monohibrid. Pada persilangan monohibrid Mendel menyimpulkan bahwa pada pembentukan gamet, pasangan-pasangan gen sealel saling berpisah. Pemisahan gen ini terjadi selama proses meiosis berlangsung.
 - e. Hukum Mendel I terjadi pada peristiwa meiosis 1 anaphase 1
- 2) Bagan persilangan nya antara tanaman kapri berbatang tinggi dengan tanaman kapri berbatang pendek seperti di bawah ini



F1 = Tt
(Batang tinggi)

P2 = ♂ Tt × ♀ Tt

Gamet = T, t T, t

F2 =

	T	t
T	TT (Tinggi)	Tt (Tinggi)
t	Tt (Tinggi)	tt (pendek)

Jadi pada persilangan monohibrid, perbandingan fenotip = tinggi : pendek = 3 : 1

Jawaban pada Pertanyaan no 3

Jawaban pertanyaan nomor 3 yaitu :

- 1) Jawabannya adalah :
 - a. Hukum Mendel II adalah Hukum berpasangan secara bebas, contoh pada persilangan dihibrid Mendel menyimpulkan bahwa setiap gen dapat berpasangan secara bebas dengan gen lainnya
 - b. Persilangan dihibrid adalah suatu persilangan dengan dua sifat beda.
 - c. Hubungan Hukum Mendel II dan persilangan dihibrid adalah Hukum Mendel II dibuktikan melalui persilangan dihibrid.
 - d. Hukum Mendel II terjadi pada peristiwa pembelahan meiosis I, Metafase I
- 2) Bagan persilangan dihibrid antara tanaman berbiji bulat berwarna kuning dengan tanaman berbiji kisut berwarna hijau adalah sebagai berikut :

P1 = ♂ BBKK (Bulat, kuning) × ♀ bbkk (kisut, hijau)

Gamet = BK bk

F1 = BbKk (Bulat, kuning)

P2 = ♂ BbKk × ♀ BbKk

Gamet = BK, Bk, bK, bk

F2 =

	BK	Bk	bK	bk
BK	BBKK (Bulat, kuning)	BBKk (Bulat, kuning)	BbKK (Bulat, kuning)	BbKk (Bulat, kuning)
Bk	BBKk (Bulat, kuning)	BBkk (Bulat, hijau)	BbKk (Bulat, kuning)	Bbkk (Bulat, hijau)

bK	BbKK (Bulat, kuning)	BbKk (Bulat, kuning)	bbKK (Kisut, kuning)	bbKk (Kisut, kuning)
bk	BbKk (Bulat, kuning)	Bbkk (Bulat, hijau)	bbKk (Kisut, kuning)	Bbkk (kisut, hijau)

Rasio genotip F2 :

BBKK : BBKk : BbKK : BbKk : BBkk : Bbkk : bbKK : bbKk : bbkk = 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1

Rasio fenotip F2 :

Bulat kuning : bulat hijau : kisut kuning : kisut hijau = 9 : 3 : 3 : 1

Pada persilangan tanaman berbiji bulat berwarna kuning (BBKK) yang bersifat dominan dengan tanaman berbiji kisut berwarna hijau (bbkk) tidak dapat dihasilkan tanaman berbiji kisut berwarna hijau karena pada keturunan pertama atau F1 dihasilkan seluruhnya tanaman berbiji bulat berwarna kuning, karena salah satu induknya homozigot dominan.

Pembelajaran yang Dilakukan dengan Menerapkan Pengetahuan Metakognitif pada Konsep Pewarisan Sifat dapat Meningkatkan Hasil Belajar Siswa.

Penelitian pendahuluan dilakukan oleh Nusantari E & Tayeb, S (2015) untuk melihat hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan pengetahuan metakognitif. Siswa yang terlibat sebanyak 3 kelas masing-masing Kelas XII B1 sebanyak 23 orang. Kelas XIIB2 sebanyak 25 orang. Kelas XIIB3 sebanyak 23 orang. Instrumen yang digunakan adalah instrument metakokognitif yang dikembangkan mengikuti langkah-langkah Rompayon dkk (2010) yang meliputi pengetahuan deklaratif, procedural dan kondisional. Instrumen ini dihasilkan dari penelitian Tayeb, Hasan, Nusantari, (2015). Instrumen metakognitif ini digunakan untuk uji pretes dan posttest siswa. Selama pembelajaran urutan konsep yang dibelajarkan juga mengacu pada urutan berpikir sesuai instrument metakognitif. Pembelajaran pada siswa kelas XII dilakukan pada konsep pewarisan sifat. Pembelajaran dilaksanakan dalam 4 kali pertemuan. Pertemuan 1 dan 2 tentang pewarisan sifat Mendel. Pertemuan 3 dan 4 tentang penyimpangan semu Hukum Mendel. Setiap awal pertemuan siswa diberikan pretest dengan menggunakan instrument pengetahuan metakognitif, setelah pembelajaran maka siswa diberikan posttest dengan soal yang sama dengan soal pretest. Hasil penelitian dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 1 Nilai Pretest dan Postest Siswa yang Dibelajarkan dengan Menggunakan Pengetahuan Metakognisi pada Konsep Pewarisan Sifat

Kelas	Pretest	posttest
XII B1	40,1	77,3
XII B2	34,68	83
XII B3	33,5	80,4
Rata-rata	36,09	80,23

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan dari rata-rata hasil pretes dan rata-rata posttest. Hal ini berarti siswa dapat memanfaatkan pengetahuan deklaratifnya untuk menyelesaikan masalah dengan benar. Siswa juga dapat menerapkan pengetahuan deklaratifnya untuk membuat keputusan atau dapat menjawab ketika siswa dihadapkan pada kondisi yang berbeda dengan konsep teoritiknya. Hal ini sesuai pernyataan oleh Moore (dalam Syaiful 2011) menyatakan bahwa metakognisi mengacu pada pemahaman seseorang tentang pengetahuannya, sehingga pemahaman yang mendalam tentang pengetahuannya akan mencerminkan penggunaannya yang efektif atau uraian yang jelas tentang pengetahuan yang dipermasalahkan. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan-kognisi adalah kesadaran seseorang tentang apa yang sesungguhnya diketahui, dan regulasi-kognisi adalah bagaimana seseorang mengatur aktifitas kognisinya secara efektif. Karena itu, pengetahuan-kognisi memuat pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional, penting dalam upaya melihat secara efektif apa sebenarnya yang dibutuhkan oleh siswa dalam memahami sesuatu, menggunakannya untuk keperluan menyelesaikan suatu masalah. Hal ini bila senantiasa dipikirkan oleh guru yang selalu berinqury dalam pembelajaran, maka pasti siswa dapat berhasil dalam mengikuti pembelajaran.

Guru Berperan sebagai Scientis melalui Kemampuan Analisis Didaktik Paedagogik sehingga Terampil dalam Melakukan Inkuiri Mengajar

Kesulitan siswa maupun guru dalam memahami materi atau konsep dapat diatasi melalui analisis materi dalam suatu forum guru diantaranya adalah melalui Lesson Study untuk membahas persiapan pembelajaran melalui suatu Analisis Antisipasi Didaktik Paedagogik yakni analisis pembelajaran terkait kemampuan guru mempersiapkan materi yang dapat dipahami dengan benar oleh siswa, memahami tingkat berpikir siswa sehingga dapat mempersiapkan isi materi yang sesuai dengan tahap berpikir siswa. Kegiatan Lesson Study ini dapat dilakukan dengan mengundang ahli materi, guru senior dan teman sejawat untuk melakukan diskusi dan menyusun desain pembelajaran maupun buku ajar.

Hal ini menunjukkan pentingnya seorang guru sebagai ilmuan yang terus ber-Inquiry bagaimana menyajikan materi yang sulit menjadi bisa dipahami oleh siswa. Guru dapat terus menjadi peneliti pembelajaran. Sudah saatnya guru meningkatkan perannya tidak hanya sebagai pentransfer ilmu tapi bagaimana cara membelajarkan konsep agar dapat dimengerti oleh siswanya. Maka jadilah guru yang selalu melakukan kegiatan Inquiry dalam pembelajaran.

Sebagaimana dinyatakan oleh Suwono (2011) Rencana pembelajaran merupakan seperangkat instrumen yang akan diuji dalam proses pembelajaran. Layaknya seorang peneliti, rencana pembelajaran merupakan proposal riset yang berisi proposisi yang akan diuji. Jadi rencana pembelajaran merupakan proposisi hipotetik yang akan diuji oleh guru melalui pembelajaran. Dengan istilah lain Suryadi (2010) menyatakan bahwa rencana pembelajaran guru adalah disain didaktis hipotetis. Salah satu disain didaktik hipotesis yang penting adalah guru merencanakan materi yang

benar dan tidak menimbulkan miskonsepsi, memikirkan urutan materi agar konsep dapat dipahami dengan tepat.

Semua kegiatan ini merupakan kegiatan seorang guru yang selalu berpikir untuk menyajikan pembelajaran yang benar berdasarkan konsep dan membelajarkan melalui keterampilan pedagogik. Maka guru disebut terampil dalam melakukan analisis metapedadidaktik (Suryadi, 2010). Sejalan dengan hal itu Suwono (2011) menyatakan bahwa guru hendaknya melakukan kegiatan berinkuiri selama proses pembelajaran. Proses pembelajaran yang dimaksud ini adalah meliputi proses merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi pembelajaran. Inkuiri mengajar merupakan penggunaan cara berpikir inkuiri untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

SIMPULAN

Seorang scientis selalu berpikir terkait fenomena yang menarik bagi dirinya. Demikian juga seorang guru yang siswanya mengalami kesulitan dalam konsep genetika hendaknya menjadi scientis yang selalu memikirkan bagaimana menjadi pebelajar yang dapat memahami siswanya dalam belajar genetika. Guru selalu berinqury dalam mengajar untuk mencari solusi terbaik dalam memahami konsep maupun memecahkan masalah dirinya dan siswanya agar terjalin situasi didaktik dengan lintasan berpikir yang sama antara yang dipikirkannya dengan apa yang dipikirkan siswanya. Sehingga guru perlu memikirkan rencana pembelajaran genetika sebagai suatu langkah antisipasi didaktik hipotetik, melaksanakan pembelajaran genetika dan mengakhiri pembelajaran dengan membuat refleksi untuk perbaikan ke depan. Kerangka berpikir ini disebut sebagai Kerangka Berpikir Didactical Desain Research.

Berpikir metakognitif penting disadarkan kepada siswa agar dapat berpikir efektif ketika memecahkan masalah genetika. Siswa harus memahami konsep-konsep yang saling terkait setahap demi setahap untuk mencapai pemahaman selanjutnya. Berdasarkan pemahaman konsep yang telah dikuasai, maka siswa dapat memecahkan masalah prosedural. Bila telah mampu menerapkan konsep maka siswa juga disadarkan untuk bisa memecahkan masalah kondisional.

Kerangka berpikir DDR termasuk kemampuan berpikir tingkat tinggi. Artinya bila kerangka berpikir ini dilakukan oleh guru maka guru tersebut telah terampil berpikir metakognitif. Salah satu cara melatih kemampuan metakognitif kepada siswa maka dapat dikembangkan instrument pengetahuan metakognitif yang terdiri dari pengetahuan deklaratif, procedural dan kondisional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Prof. Dr. Didi Suryadi yang telah menginspirasi penulisan makalah ini, Prof. A.D. Corebima M.Pd yang membimbing dalam jangka waktu lama dalam menggeluti bidang genetika.

DAFTAR RUJUKAN

Kansanen, P. (2003). Studying-theRealistic Bridge Between Instruction and Learning. An Attempt to a Conceptual Whole of the Teaching-Studying-Learning Process. *Educational Studies, Vol. 29, No. 2/3, 221-232*

-
- Abdul, A., Hasan, A. Rahman (2010) Kajian Hasil Ujian Nasional di SMAN Se-Kabupaten Gorontalo Utara. Laporan Penelitian IMHERE. Lemlit Universitas Negeri Gorontalo.
- Nusantari. E. 2012. Perbedaan Pemahaman Awal tentang Konsep Genetika pada Siswa, Mahasiswa, Guru-Dosen dan Implikasinya terhadap Pemahaman Genetika. *Jurnal Ilmu Pendidikan Univ. Neg.Malang*. Edisi Desember 2012.ISSN 0215-9643.Jilid 18 No 2.Halaman 125-252.
- Rompayom, P., Tambunchong, C. Wongyounoi, S., & Dechsri, P. 2010. "The Development of Metacognitive Inventory to Measure Students' Metacognitive Knowledge Related to Chemical Bonding Conceptions". *Paper Presented at International Association for Educational Assessment (IAEA)*.
- Suryadi, D. (2008). *Metapedadidaktik dalam Pembelajaran Matematika: Suatu Strategi Pengembangan Diri Menuju Guru Matematika Profesional*. Pidato Pengukuhan Guru Besar, UPI.
- Suryadi, D. Yulianti, K. Junaeti, E. (2009). *Model Antisipasi dan Situasi Didaktis dalam Pembelajaran Matematika Kombinatorik Berbasis Pendekatan Tidak Langsung*. Bandung: Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI
- Suryadi, d. 2010. *Didactical Design Research (DDR) dalam Pengembangan Pembelajaran Matematika*. Disajikan pada Seminar Nasional Pembelajaran MIPA di UM Malang, 13 November 2010.
- Suryadi, D. Suratno,T. 2014. *Kemandirian Pendidik..Kisah Pendidik Reflektif dan Profesional Pembelajaran*. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia.Bandung: Rizki Press.
- Syaiful, 2011. *Metakognisi Siswa dalam Pembelajaran Matematika Realistik di Sekolah Menengah Pertama*. Edumatica Volume 01 Nomor 2, ISSN : 2088-2157
- Suwono. 2011. *Merancang Rencana Pembelajaran Inovatif dalam Inquiry Mengajar*.(<http://www.hadisuwono.blogspot.com>. (online) diakses Oktober 2013)
- Tayeb, S. Hasan, A., Nusantari (2015) *Pengembangan Instrumen Pengetahuan Metakognitif Tentang Materi Pewarisan Sifat Pada Mata Pelajaran Biologi di Madrasah Aliyah Negeri Model Kota Gorontalo*. Tesis Pascasarjana Universitas Negeri Gorontalo

Validitas Perangkat Pembelajaran Berorientasi Keterampilan Proses Sains untuk Melatih Kemampuan Berpikir dan Menanamkan Karakter bagi Siswa SMA Kota Gorontalo

Masra Latjompoh

Pendidikan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo

Email: masralatjompoh67@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran IPA Biologi. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang mengembangkan perangkat pembelajaran terdiri dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, Lembar Kegiatan Siswa, dan buku siswa. Prosedur penelitian terdiri dari beberapa fase: studi pendahuluan, pengembangan model, validasi model, operasional model, validasi perangkat, dan validasi empiris. Bagian ini melaporkan hasil validasi perangkat pembelajaran dikembangkan berorientasi keterampilan proses sains. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan berorientasi keterampilan proses sains adalah valid dan dapat diimplementasikan dalam pembelajaran IPA Biologi untuk melatih kemampuan berpikir dan menanamkan karakter bagi siswa SMA Kota Gorontalo.

Kata Kunci:

perangkat ajar, keterampilan proses sains, kemampuan berpikir, karakter, Gorontalo

PENDAHULUAN

UU No 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 3, yang menyebutkan bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk karakter serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa. Pendidikan karakter tidak saja merupakan tuntutan undang-undang dan peraturan pemerintah, tetapi juga oleh agama. Setiap Agama mengajarkan karakter atau akhlak pada pemeluknya. Pendidikan karakter dewasa ini telah dilaksanakan pada jenjang pendidikan formal hal ini disebabkan meningkatnya kenakalan remaja dalam masyarakat, seperti tawuran, dan kasus-kasus lainnya. Oleh karena itu lembaga pendidikan formal diharapkan dapat menanamkan dan meningkatkan pendidikan karakter kepada peserta didik.

Agar peserta didik memiliki karakter mulia sesuai norma-norma agama, hukum, tata krama, budaya, dan adat istiadat, maka perlu dilakukan pendidikan karakter secara memadai. Pendidikan karakter dapat diintegrasikan dalam pembelajaran pada setiap mata pelajaran. Materi pembelajaran yang berkaitan dengan norma atau nilai-nilai pada setiap mata pelajaran perlu dikembangkan dan dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari. Materi pelajaran yang mengaitkan dengan kehidupan sehari-hari antaranya pelajaran biologi. Pembelajaran biologi merupakan salah satu objek studi yang dapat dibedakan atas produk ilmiah, proses ilmiah, sikap ilmiah dan kreativitas.

Diterima:
12 September 2018

Dipresentasikan:
22 September 2018

Disetujui Terbit:
30 Desember 2018

Pembelajaran biologi di SMA bertujuan untuk merancang kompetensi lulusan dalam meningkatkan dan menyeimbangkan *soft skills* dan *hard skills* yang meliputi kompetensi sikap, keterampilan dan pengetahuan. Aspek keterampilan yang dilakukan mengacu pada keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains merupakan asimilasi dari berbagai keterampilan intelektual yang diterapkan pada proses pembelajaran. Keterampilan proses sains memiliki hierarki dari tingkat yang sederhana ke tingkat yang lebih kompleks (Liliasari, 2014). Menurut Rustaman (2005) hierarki ini dibagi menjadi dua kategori yaitu keterampilan proses sains dasar (*basic skills*) dan keterampilan proses sains terintegrasi (*integrated skills*). Haryono (2006) mengemukakan bahwa: Pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains adalah bentuk pembelajaran yang mengintegrasikan keterampilan proses sains ke dalam rangkaian proses belajar mengajar guna mengarahkan siswa pada proses konstruksi pengetahuan secara mandiri. Berdasarkan pendapat tersebut Keterampilan proses sains yang dimaksud adalah proses dalam melakukan aktivitas ilmiah yang terdiri dari keterampilan proses sains dasar dan keterampilan proses sains terintegrasi yang diintegrasikan ke dalam proses belajar yang dapat menimbulkan sikap ilmiah dalam diri siswa.

Keterampilan proses sains ini mengacu pada pendekatan saintifik yang terdiri dari 5 M yaitu keterampilan mengamati, menanya, mencoba, mengolah, menyaji, dan menalar, semua proses tersebut mengarah pada aspek-aspek yang ada dalam KPS. Keterampilan ini merupakan salah satu cara dalam melatih kemampuan berpikir melalui pembelajaran biologi yang menekankan pada keterampilan proses sains. KPS ini penting dilakukan agar siswa dapat menggunakan prosedur ilmiah untuk memecahkan masalah dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari serta yang dapat membangun pemahaman konsep ilmiah, serta melatih kemampuan berpikir siswa. Sebagaimana yang dikemukakan oleh (Karsli dan Sahin, 2009) bahwa Keterampilan Proses Sains (KPS) memiliki pengaruh yang besar pada pendidikan sains karena keterampilan ini membantu siswa untuk mengembangkan keterampilan mental yang lebih tinggi, seperti berpikir kritis, pengambilan keputusan dan pemecahan masalah. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa aspek afektif selama ini belum dilakukan secara sengaja hanya merupakan efek penyerta dari proses pembelajaran yaitu hanya tercantum dalam proses penilaian tapi tidak dinilai sama sekali.

Penilaian aspek akademik yaitu kemampuan berpikir yang diukur menggunakan taksonomi SOLO (*Structure of the Observed Learning Outcome*) yang berguna dalam mempertegas tingkat pemahaman yang diharapkan dapat dicapai siswa ketika guru mengajarkan suatu materi, yang dikelompokkan dalam lima tingkatan taksonomi yang berbeda dan bersifat hirarkis yaitu: level 0 prastruktural (*Pre-structural*), level 1 unistruktural (*uni-structural*), level 2 multistruktural (*multy-structural*), level 3 relasional (*relational*), dan level 4 *extended abstract* (Biggs dan Tang, 2011). Tahapan dalam taksonomi SOLO sangat penting, karena saling terkait, setiap tahapan diulang secara harfiah yang diikuti oleh penjelasan secara rinci.

Sejauh ini di SMA Kota Gorontalo belum maksimal menerapkan Keterampilan proses sains untuk konten IPA (biologi), dan bagaimana langkah penerapannya, dihasilkannya KPS yang dijadikan sebagai keterampilan dalam melatih kemampuan berpikir dan menanamkan karakter, maka akan bisa menghadirkan pembelajaran bermakna di kelas dengan semestinya. Penelitian ini akan mengembangkan perangkat pembelajaran IPA biologi untuk melatih kemampuan berpikir dan menanamkan karakter bagi siswa SMA dengan langkah-langkah pembelajaran yang disesuaikan dengan kurikulum 2013.

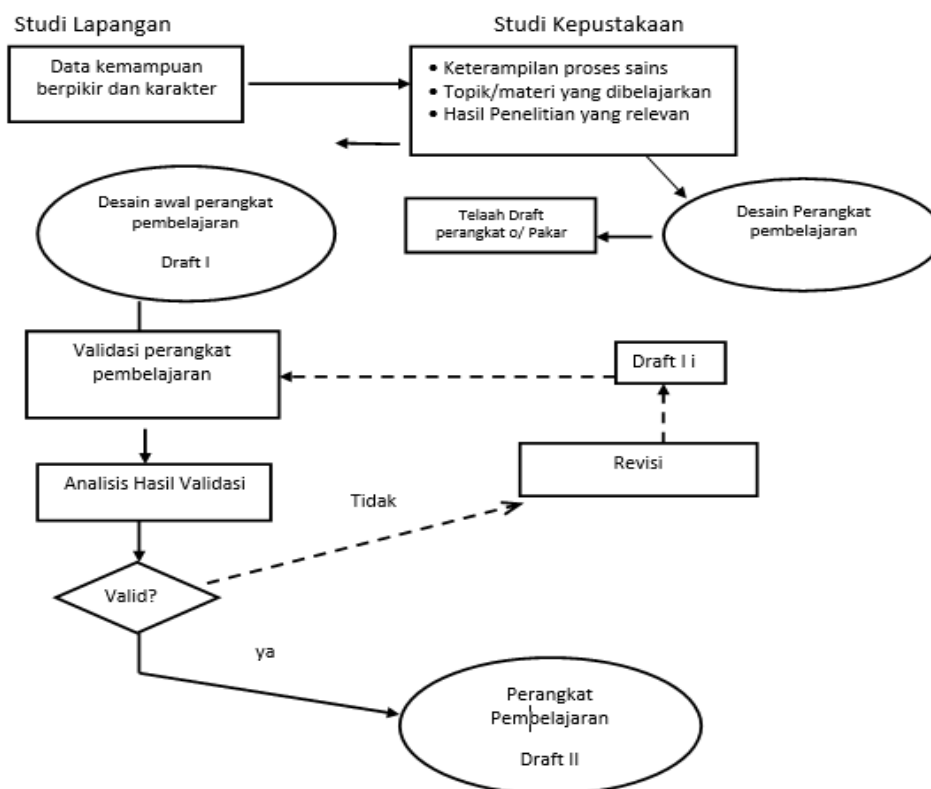
METODE

Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan (*Educational Research and Development*), yang menghasilkan produk berupa model pembelajaran melalui proses pengujian validitas, kepraktisan dan keefektifan model. Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu studi pendahuluan, pengembangan model, validasi model, operasional model, validasi perangkat, dan validasi empirik. Validasi ini digunakan untuk menilai kelayakan perangkat pembelajaran IPA Biologi yang sudah dikembangkan yang terdiri atas lembar validasi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, validasi Lembar Kegiatan Siswa, dan validasi tes. Lembar validasi ini diberikan pada dosen pakar yang berkompeten dibidangnya. Validasi perangkat bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang sudah direvisi berdasarkan masukan dari ahli. Tahap ini meliputi validasi perangkat oleh ahli (Dosen) dan Guru (Praktisi). Saran dan masukan dari ahli dan praktisi untuk menyempurnakan draft perangkat pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan proses sains dalam pembelajaran IPA selanjutnya direvisi menghasilkan perangkat final.

Kevalidan perangkat pembelajaran ditentukan berdasarkan rata-rata skor total dengan mengacu pada kriteria validitas pada Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Penilaian Validasi Perangkat Pembelajaran yang Dimodifikasi dari Ratumanan dan Laurens (2011)

Interval skor hasil penilaian	Kategori penilaian
$3,25 < \text{Skor} \leq 4,00$	Sangat Valid
$2,50 < \text{Skor} \leq 3,25$	Valid
$1,75 < \text{Skor} \leq 2,50$	Kurang valid
$1,00 < \text{Skor} \leq 1,75$	Tidak valid



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian dan Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Alur Tahapan Penelitian

Tahap awal dalam penelitian ini adalah mengembangkan perangkat pembelajaran. Dalam mengembangkan perangkat pembelajaran menggunakan tahap-tahap mengacu pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat pembelajaran merupakan hal yang harus disiapkan oleh guru sebelum melaksanakan pembelajaran. Hal ini sebagaimana yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah Pendidikan dan Kebudayaan No. 65, Tahun 2013 tentang standart proses Pendidikan Dasar dan Menengah disebutkan bahwa penyusunan perangkat pembelajaran merupakan bagian dari perencanaan pembelajaran.

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan, hendaknya memenuhi syarat valid, yang dilakukan dengan cara menghitung persentase ketercapaian skor dari skor ideal (skor maksimal) untuk setiap aspek yang dinilai, menghitung rata-rata persentase ketercapaian skor validator, kemudian menafsirkan data dengan menggunakan penafsiran persentase berdasarkan kriteria ketercapaian kelayakan. Penilaian oleh validator dilakukan melalui diskusi tentang perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Hal ini bertujuan untuk memperoleh masukan dari validator.

Hasil penilaian ahli terhadap perangkat pembelajaran terdiri dari beberapa aspek yaitu tujuan, materi yang dipelajari, bahasa dan alokasi waktu, serta metode penyajian. Hasil penilaian validator terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan secara lengkap disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Penilaian Validator Ahli terhadap Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

No.	RPP Sasaran	Validator			Rerata	Persentasi capaian (%)	Ket.
		I	II	III			
	1	51	68	67	62	91%	Valid
	2	47	69	69	61	89%	Valid
	Rerata				61,5	90%	

Kesimpulan: RPP layak digunakan dengan sedikit revisi.

Tabel 2. Komentar dan Masukan Validator Ahli terhadap RPP

No.	Validator	RPP	Masukan/Saran
1	I	1	Penomoran RPP setiap pertemuan perlu diperjelas. Contoh-contoh yang diberikan sebaiknya mengandung istilah yang dipahami siswa.
		2	Perlu disesuaikan dengan alokasi waktu
2	II	1	Tidak ada komentar
		2	Pada tahap kesimpulan ditambahkan dengan mencatat hasil pengamatan.
3	III	1	Tidak ada komentar
		2	Tidak ada komentar

Tabel 3. Hasil Penilaian Guru Bidang Studi (Praktisi) terhadap RPP

No.	RPP Sasaran	Guru (Praktisi)			Rerata	Persentasi capaian (%)	Ket.
		I	II	III			
1	1	66	69	66	67	98%	Terlaksana
2	2	68	68	64	66	97%	Terlaksana
Rerata					66,5	97%	

Tabel 4. Hasil Penilaian Validator terhadap LKPD

No.	LKPD Sasaran	Validator			Rerata	Persentasi capaian (%)	Ket.
		I	II	III			
	1	23	25	27	25	78%	Valid
	2	25	23	27	25	78%	Valid
Rerata					25	78%	

Kesimpulan: LKPD Layak digunakan dengan sedikit revisi.

Tabel 5. Komentar dan Masukan Validator ahli terhadap LKPD

No.	Validator	LKPD	Masukan/Saran
1	I	1	Penomoran LKS belum konsistem cara pemberian nama pada gambar
		2	Petunjuk penggunaan LKPD diperjelas
2	II	1	Pembagian waktu pengerjaan LKS sebaiknya dicantumkan
		2	Pembagian waktu pad LKPD diperjelas
3	III	1	Pada bagian penerapan perlu ditambahkan gambar
		2	Tidak ada komentar

Tabel 6. Hasil penilaian Guru terhadap LKPD

No.	LKPD Sasaran	Guru (Praktisi)			Rerata	Persentasi capaian (%)	Ket.
		I	II	III			
1	1	25	27	27	26	81%	Terlaksana
2	2	25	25	27	25	78%	Terlaksana
Rerata					25,5	79%	

Tabel 7. Hasil Penilaian Validator Ahli terhadap Lembar Tes

No	Validator	Penilaian			Putusan	Komentar/saran/perbaikan
		M	Ks	Bhs		
Kemampuan berpikir						
1	Validator 1	LD	LD	LD	Semua valid	<ul style="list-style-type: none"> Redaksi kalimat sulit dimengerti siswa. Silahkan digunakan setelah diperbaiki.
2	Validator 2	LD	LD	LD	Semua valid	<ul style="list-style-type: none"> Redaksi kalimat sulit dimengerti siswa.

						<ul style="list-style-type: none"> • Silahkan digunakan setelah diperbaiki.
3	Validator 3	LD	LD	LD	Semua valid	<ul style="list-style-type: none"> • Kunci jawaban disesuaikan dengan kemampuan berpikir siswa. • Bentuk soal sesuaikan dengan materi SMA. • Silahkan digunakan setelah diperbaiki.
Keterangan: M = Materi, Ks = Konstruksi, Bhs = Bahasa, LD = layak digunakan.						

Tabel 8. Penilaian Ahli Terhadap Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran yang Berorientasi Keterampilan Proses Sains

Validator	Putusan	Komentar/Saran/Perbaikan
I	LD	Gunakan pada saat proses pembelajaran.
II	LD	1. Perbaiki petunjuk penggunaan. 2. Ada pertemuan dengan pengamat
III	LD	Ada pertemuan dengan pengamat.

Tabel 9. Penilaian Ahli Terhadap Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik yang Berorientasi Keterampilan Proses Sains

Validator	Putusan	Komentar/Saran/Perbaikan
I	LD	Gunakan pada saat proses pembelajaran.
II	LD	1. Perbaiki petunjuk penggunaan. 2. Ada pertemuan dengan pengamat.
III	LD	Ada pertemuan dengan pengamat.

Hasil penilaian ahli terhadap RPP, LKPD, instrumen penilaian yang berorientasi keterampilan proses sains untuk melatih kemampuan berpikir dan menanamkan karakter bagi siswa SMA Kota Gorontalo, sebagaimana tercantum pada Tabel di atas, menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran yang diuraikan dalam RPP, LKPD, dan instrumen penilaian “Layak Digunakan” dalam pembelajaran, dengan memperhatikan saran dan telah diperbaiki untuk penyempurnaan.

Perangkat pembelajaran dinyatakan valid jika sesuai dengan subjek ilmu dan semua komponen dalam perangkat tersebut saling berkaitan. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Akbar (2013) menyatakan bahwa untuk memperoleh perangkat yang valid pengembang perlu melakukan uji validasi perangkat.

Berdasarkan hasil penilaian validator terhadap RPP yang ditunjukkan pada Tabel 1, didapatkan rata-rata penilaian dari ke tiga validator sebesar 61,5 dengan persentasi sebesar 90% sehingga RPP yang dikembangkan tergolong valid dan layak digunakan untuk proses pembelajaran. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berbasis keterampilan proses sains ini diharapkan akan dapat digunakan sebagai panduan dalam menyampaikan pembelajaran untuk memfasilitasi siswa dalam melatih kemampuan berpikir dan menanamkan karakter siswa. Skenario pada RPP disusun berdasarkan atas tiga tahapan kegiatan yaitu kegiatan pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan penutup. Kegiatan pendahuluan meliputi

pemberian motivasi dan apersepsi. Motivasi dalam kegiatan belajar mengajar merupakan keinginan yang terdapat pada diri seseorang individu yang merangsangnya untuk melakukan tindakan-tindakan (George R. Terry dalam Riduan, 2007:34). Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berbasis keterampilan proses sains ini ditekankan pada kemampuan siswa dalam menemukan sendiri (discoveri), sehingga apa yang dipelajari oleh siswa akan bermakna bagi dirinya. Seperti yang dinyatakan oleh Ausubel dalam Dahar (2011:95) bahwa belajar bermakna merupakan suatu proses dikaitkannya informasi baru pada konsep-konsep yang relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang sehingga mengharuskan siswa untuk menemukan sendiri sebagian atau seluruh materi yang akan diajarkan.

Keterampilan proses sains yang dimaksud ini mengacu pada pendekatan saintifik yang terdiri dari 5 M yaitu keterampilan mengamati, menanya, mencoba, mengolah, menyaji yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh (Rustaman, 2005) bahwa KPS terdiri dari keterampilan dasar (basic skill) meliputi mengobservasi, mengklasifikasi, memprediksi, mengukur, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan.

Berdasarkan hasil penilaian validator terhadap LKPD yang ditunjukkan pada Tabel 4, didapatkan rata-rata penilaian dari ke tiga validator dengan persentasi sebesar 78% sehingga LKPD yang dikembangkan tergolong valid dan layak digunakan untuk proses pembelajaran. Lembar kegiatan siswa adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikuasai siswa yang bertujuan untuk memudahkan guru dalam memberikan tugas kepada siswa, melatih kemandirian belajar, dan menyajikan tugas-tugas yang meningkatkan penguasaan siswa terhadap materi. LKS yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran ini berguna untuk memancing siswa agar secara aktif terlibat dengan materi yang dibahas. LKS harus dapat memandu siswa untuk melakukan kegiatan tertentu, sehingga pada akhir kegiatan, siswa dapat menguasai satu atau lebih kompetensi dasar. Prastowo (2011:206) mengemukakan bahwa melalui LKS, guru mendapat kesempatan untuk memancing siswa agar secara aktif terlibat dengan materi yang dibahas. Berdasarkan pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa LKS sangat penting bagi kegiatan pembelajaran antara lain mengaktifkan siswa dalam belajar, mempermudah siswa memahami materi yang diberikan.

Berdasarkan hasil penilaian validator terhadap instrumen penilaian aspek penguasaan kemampuan berpikir pada Tabel 7, dinyatakan bahwa penilaian yang dikembangkan melalui soal tes (*pretest* dan *posttest*) dinyatakan valid dan layak digunakan guru untuk mengukur kemampuan berpikir siswa terhadap pembelajaran IPA biologi di sekolah. Instrumen penilaian yang dikembangkan mengacu pada Permendikbud Nomor 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah. Perhitungan sensitivitas butir soal menggunakan rumus dari Gronlund (1982: 105) menunjukkan seluruh butir soal dalam kategori sensitif.

SIMPULAN

Perangkat pembelajaran (Silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, Lembar Kegiatan Peserta Didik, instrument penilaian, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, lembar observasi aktivitas peserta didik) yang dikembangkan telah memenuhi syarat validitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih saya ucapkan kepada Pascasarjana Universitas Negeri Gorontalo yang sudah memfasilitasi berupa pemberian bantuan penelitian, khususnya kepada Ketua

Program Studi S2 Magister Pendidikan Biologi Universitas Negeri Gorontalo ibu Prof. Dr. Ani, M. Hasan, M.Pd.

DAFTAR RUJUKAN

- Akinbola, A. O., & Afolabi, F. (2010). Analysis of Science Process Skills in West African Senior Secondary School Certificate Physics Practical Examinations in Nigeria. *American-Eurasian Journal of Scientific Research* , 5 (4), 234-240.
- Arends, R.I. (2012). *Learning To Teach*. Ninth Edition. New York: Mc Graw Hill.
- Borg & Gall, M.D (2001) *Educational Research*. Boston; Pearson Education Inc.
- Dahar, R. (2011). *Teori-teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- Haryono. 2006. Model Pembelajaran Berbasis Peningkatan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan Dasar*. Volume 7 Nomor 1, 2006. Semarang: UNNES.
- Karsli, F., and Sahin, C. 2009. Developing worksheet based on science process skills: Factors affecting solubility. In *Asia-Pacific Forum Sci. Learn. and Teach.*, 10(1):4-16.
- Kuswana, W. S. (2012). *Taksonomi Kognitif Perkembangan Ragam Berpikir*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Nieveen, N. (2010). "Formative Evaluation in Educational Design Research". Dalam Ploom, T; Nieveen , N. (eds) *An Introduction to Educational Design Research*, 8 – 101. Enschede: SLO Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Rustaman, Nuryani. 2005. *Strategi Belajar Mengajar Biologi* Malang: UM Press.
- Santrock, J. W. (2011). *Psikologi Pendidikan* edisi 3 Buku 1. Jakarta: Salemba Humanika
- Santrock, J.W. (2011). *Psikologi Pendidikan* edisi 3 Buku 2. Jakarta: Salemba Humanika.
- Slavin, R. E. (2009). *Educational Psychology Theory and Practice*. Eight edition. Boston: Allyn and Bacon.