



ISSN- XXXX-XXXX(online)

PROSIDING

Seminar Nasional Hayati

Volume 3, 2025

Diterbitkan oleh:

Program Studi S1 Pendidikan Biologi
Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains
Universitas Nusantara PGRI Kediri
Jl. KH. Achmad Dahlan 76, Mojoroto, Kota Kediri



PROSIDING

Seminar Nasional Hayati vol.3 2025

ISSN:XXXX-XXXX



Diselenggarakan oleh:

Program Studi S1 Pendidikan Biologi

Universitas Nusantara PGRI Kediri

15 November 2025

Seminar Nasional Hayati 3 2025

Tema:

“Inovasi riset dan PKM Biologi, Sains, Teknologi, Lingkungan, dan Pengembangannya untuk Mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan”

Keynote Speaker:

1. Dr Slamet Hariyadi, M.Si., NCE
2. Akbar Aji Seno, S.Pd., M.Pd., Gr.

Steerring Committee | Komite Pengarah Utama:

1. Dr. Poppy Rahmatika Primandiri, M.Pd
2. Tutut Indah Sulistiyowati, S.Pd., M.Si

Organizing Committee | Panitia Pelaksana:

1. Agus Muji Santoso(Ketua divisi acara)
2. Ida Rahmawati(Anggota divisi acara)
3. M. Zakki Aqimul Haq(Anggota Acara)
4. Gilang Taufan Insani(Anggota Acara)
5. Elysabet Herawati(Ketua divisi Publikasi)
6. Febryan Dimas A. (Anggota publikasi)
7. Fika Nur Andini Putri (Anggota publikasi)
8. Nadia Shafira Eka Putri(Anggota publikasi)
9. Miftakhul Huda(Anggota publikasi)
10. Laelatul Zahro'(Ketua konsumsi)
11. Lisa Permata Sari(Anggota konsumsi)



Date and Venue:

15 November 2025 Hybrid via Zoom dan Gedung A5 Universitas Nusantara PGRI Kediri

Published by | Dipublikasikan oleh:

Program Studi S1 Pendidikan Biologi

Universitas Nusantara PGRI Kediri

Jl. KH. Achmad Dahlan 76, Kota Kediri, Jawa Timur, 64112

email: biologi.fiks@unpkdr.ac.id

Copyright (c) 2026 Prosiding Seminar Nasional Hayati under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Editor-in-Chief | Ketua Editorial:

Elysabet Herawati, M.Si (Universitas Nusantara PGRI Kediri)

Editor:

1. Dr. Agus Muji Santoso, M.Si
2. Ida Rahmawati, S.Pd., M.Sc
3. Dra. Budhi Utami, M.Pd.

Copy-Editor:

1. Miftakhul Huda, S.Pd
2. Laelatul Zahra, S.Pd.



Daftar Isi:

1	<u>Analisis Hubungan antara Kemampuan Berpikir Kreatif dan Pemahaman Konsep Biologi Siswa melalui Penerapan Project-Based Learning Berbasis Aplikasi Miro</u> <u>Aldina Yuningsih, Bea Hana Siswati</u>	1-6
2	<u>Kepeminatan Dan Hasil Belajar Mahasiswa Pendidikan Jasmani Dan Olahraga Tahun Akademik 2025 Pada Mata Kuliah Anatomi Manusia</u> <u>Budhi Utami</u>	7-10
3	<u>Analisis Kebutuhan Pengembangan Media Ajar Terarium Model Efek Rumah Kaca untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA</u> <u>Lisa Permata Sari, Sukma Ayu Larasati, Dwi Ari Budiretnani, Poppy Rahmatika Primandiri</u>	11-16
4	<u>Analisis Tahapan Aktivitas Belajar Siswa Pada Pembelajaran Biologi Topik Sistem Kekebalan Tubuh</u> <u>Nathania Ayu Nirmala, Siti Maro'ah, Poppy Rahmatika Primandiri, Agus Muji Santoso</u>	17-22
5	<u>Implementasi Strategi Pembelajaran MERDEKA dalam Matakuliah Pendidikan Karakter</u> <u>Mumun Nurmilawati, Chandra Kirana</u>	23-27
6	<u>Studi Kasus Aktivitas Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Biologi Topik Sistem Reproduksi Manusia</u> <u>Hayayumna Faiza, Agustina Wulansari, Poppy Rahmatika Primandiri, Agus Muji Santoso</u>	28-32
7	<u>Analisis Korelasi Minat Belajar terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Biologi melalui Penerapan Project-Based Learning Berbantuan Aplikasi Kalkulator Hijau</u> <u>Izza Afkarina, Bea Hana Siswati</u>	33-38
8	<u>PROFIL AKTIVITAS BELAJAR SISWA MAN 2 KOTA KEDIRI PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI PADA TOPIK EVOLUSI</u> <u>Baharudin Juni Hermawan, Ida Rahmawati, Agus Muji Santoso</u>	39-43
9	<u>Revolusi Pembelajaran Biologi dengan media pembelajaran Assembler Edu melalui smart card berbasis Augmented Reality (AR)</u> <u>Melsanda Aprilina, Bea Hana Siswati</u>	44-51
10	<u>Sistematik Review: Peran Ekosistem Sungai dalam Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan di Daerah Istimewa Yogyakarta</u> <u>Ade Idaheryana¹, Mahrani Mahrani, Muakhilah Febi Bariya, Rony Irawanto</u>	52-63
11	<u>Penerapan Fitoteknologi sebagai Solusi Berbasis Alam (NbS) untuk Mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs)</u> <u>Muakhilah Febi Bariya, Dian Tristi Agustini, Rony Irawanto</u>	64-71
12	<u>Tingkat Pemahaman Mahasiswa terhadap Konservasi dan Pengelolaan Lingkungan</u> <u>Mahrani, Ade Idaheryana, Muakhilah Febi Bariya, Rony Irawanto</u>	72-80

13	<u>PENGARUH MEDIA PEMBELAJARAN FLASH CARD BERBASIS AUGMENTED REALITY (AR) PADA MATERI SISTEM PENCERNAAN MANUSIA TERHADAP HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK</u> <u>Novita Rezki Kamali, Pricillia Putri Wiratami Minggu, Merlin Tombo</u>	81-85
14	<u>Analisis Kebutuhan Sumber Belajar Tambahan Mahasiswa Pendidikan Biologi pada Mata Kuliah Struktur Dan Perkembangan Tumbuhan</u> <u>M. Raffi Fahriza, Sulistiono, Ida Rahmawati</u>	86-91
15	<u>Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Kahoot Terhadap Motivasi Belajar Siswa Di SMP Negeri 4 Satap Biluhu</u> <u>Suhermi, Sri Rahayung Nusi, Melisa Pakaya, Tri Vinesa Moha</u>	92-100
16	<u>Analisis Kebutuhan Pengembangan Panduan Praktikum Mikroteknik Sederhana Berbasis Pewarna Alami pada Materi Jaringan Tumbuhan</u> <u>Fika Nur Andini Putri, Tutut Indah Sulistiyowati, Dwi Ari Budiretnani</u>	101-106
17	<u>Integrasi Model Project-Based Learning Berbasis AI untuk Meningkatkan Literasi Ekonomi Hijau Mahasiswa Calon Guru Sains: Sebuah Kajian Konseptual</u> <u>Hariyono</u>	107-118
18	<u>Pengembangan Modul Ajar Interaktif Berbasis Video Pendek untuk Materi Konversi Energi Mata Kuliah Biologi Sel Dan Molekuler</u> <u>Dinda Hani'ah Arum Saputri</u>	119-123
19	<u>Analisis Toksisitas Senyawa Kimia pada Daun Kelor (Moringa oleifera L.) Terhadap Kulit Wajah secara In Siliko.</u> <u>Dhea Percatawati, Eka Wahyu Widia Prasasti, dan Agus Muji Santoso</u>	124-128
20	<u>Mengungkap Potensi Senyawa pada Tanaman Sirih Cina (Peperomia pellucida) Sebagai Antioksidan Secara IN SILICO</u> <u>Linda Elyanawati Rahayu, Tykha Amanda Riskia Putri, Agus Muji Santoso</u>	129-132
21	<u>Mengungkap Potensi Senyawa Kimia pada Daun Sirsak (Annona muricata L) Sebagai Antikanker Secara Biokomputasi</u> <u>Jelly Dwi Renanda, Triana Sari, Agus Muji Santoso</u>	233-240
22	<u>Analisis Struktur Tiga Dimensi Lumbricin dengan Metode Homologi Menggunakan Program Swiss-Model</u> <u>Hesti Mei Wulandari, Hana Refri Gunawan, Agus Muji Santoso</u>	141-148
23	<u>Mengungkap Potensi Senyawa Kimia Saga (Abrus precatorius L.) Sebagai Obat Tradisional</u> <u>Shalsa Neha Kharisma Devi, Vina Churotul Laili, Agus Muji Santoso</u>	149-153
24	<u>Mengungkapkan Potensi Senyawa Bioaktif Daun Binahong (Anredera cordifolia (Ten.) Steenis) sebagai Obat Luka secara Biokomputasi</u> <u>Septa Adi Hendarso, Susi Rahmawati, Agus Muji Santoso</u>	154-162
25	<u>Analisis Variasi Sekuen Gen Beberapa Tumbuhan Genus Syzygium Berdasarkan Gen MatK</u> <u>Rifqi Takriyatu Haryati, Anggi Junita Sari, Agus Muji Santoso</u>	163-169
26	<u>Mengungkap Potensi Senyawa Bioaktif pada Daun Cocor Bebek (Kalanchoe pinnata) sebagai Obat Tradisional Luka Bakar</u> <u>Amellya Agustyn, Siti Khoirun Nadhifah</u>	170-178
27	<u>Mengungkap Potensi Senyawa Bioaktif Air Kelapa (Cocos Nucifera) Sebagai Obat Detoksifikasi Racun Merkuri</u>	179-184

	<u>Baharudin Juni Hermawan, Regina Pingkan Setiadji, Aida Rohmatul Hidayah, Agus Muji Santoso</u>	
28	<u>Analisis Biokomputasi Senyawa Daun Salam (<i>Syzygium polyanthum</i> L.) sebagai Antioksidan</u> <u>Silvia Okki Novita Rinda, Ratna Valentina Dian Laksmi Candra Kirana, Putri Salma Abriliant, Agus Muji Santoso</u>	185-190
29	<u>Mengungkap Potensi Senyawa pada Daun Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i> L.) sebagai Antivirus Secara In Silico</u> <u>Fika Nur Andini Putri, Raheva Miftakhul Janah, Shafira Aurelia Rizky Azzahra, Tia Hartanti, Agus Muji Santoso</u>	191-195
30	<u>Mengungkap Potensi Senyawa Antibakteri dan Batas Aman Konsumsi Buah Areca catechu (Pinang) secara In Silico</u> <u>Eka Aris Setiowati, Alya Melani, Nur Mila, Agus Muji Santoso</u>	196-205
31	<u>Kajian Konseptual: Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Pendekatan Saintifik sebagai Solusi Permasalahan Pembelajaran Biologi Siswa Kelas XI MAN 1 Kota Kediri</u> <u>Islamiati Rachmah Utami, Dwi Ari Budiretnani, Ida Rahmawati</u>	206-2010
32	<u>Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIPA 3 SMAN 4 Kediri</u> <u>Dwi Lianawati, Budi Utami, Ida Rahmawati</u>	211-215
33	<u>Keanekaragaman Genetik Kerbau (<i>Bubalus sp.</i>) di Asia Tenggara melalui Kajian Gen Cytochrome b (cyt b) in-Silico</u> <u>Nadia Shafira Eka Putri, Pramesti Eka Putri Nugraha, Alfina Izul Ula, Deva Putri Dianingsih, Yumna Ghina Ilma, Agus Muji Santoso</u>	216-221
34	<u>Analisis In Silico Senyawa Kimia pada Daun Anredera cordifolia (Binahong) sebagai Antidiabetes</u> <u>Loviana Erwinda Sari, Dhinar Kresna Shaktinastiti, Dimas Bayu Bukhori, Early Nur Rahma, Agus Muji Santoso</u>	222-228
35	<u>Analisis Variasi Genetik pada Genus Helianthus (Asteraceae) Berdasarkan Penanda Gen rbcl</u> <u>Adelia Yudianta Alfauz, Ervina Anggraini, Revanda Widya Putri, Laela Fitria, Agus Muji Santoso</u>	229-244
36	<u>Analisis Struktur Tiga Dimensi Protein Alergen Hewani Menggunakan Program Swiss-Model</u> <u>Jihan Sabila Lailatul Qodriyah, Khusnul Setyawanti, Arina Manasikana Lindasari, Agus Muji Santoso</u>	245-258
37	<u>Analisis In-Silico Potensi Senyawa Antioksidan Batang <i>Spatholobus littoralis</i> (Bajakah)</u> <u>Nia Asri Setyawan, Amelinda Endaryani¹, Eliana Sakadina, Agus Muji Santoso</u>	257-268
38	<u>Pengaruh Pemberian Mol Daun Pepaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (<i>Lactuca sativa</i> L.)</u> <u>Ro'ikatul Jannah, Wiji Arianti, Jarul Dina Wahyu Niken, M. Nur Kholik Aryanto</u>	269-273
39	<u>NILAI – NILAI KEARIFAN LOKAL SUKU ANAK DALAM (SAD) DALAM PEMANFAATAN HEWAN DIBUKIT DUA BELAS PROVINSI JAMBI</u> <u>Masrofian, Irma Erpiyana, Setya Ayu Surya Wahyuni</u>	274-277

40	<u>KAJIAN ETNOBOTANI DALAM RANGKAIAN UPACARA MELASTI MASYARAKAT KOMUNITAS HINDU DI DUKUH CURIK DESA BAJULAN NGANJUK</u> <u>Dyah Utami Ningsih, Titik Ernawati, Fauza Fadhillah</u>	278-283
41	<u>Pengaruh Penggunaan Pot Batang Pisang sebagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangung Darat (<i>Ipomoea reptans</i> Poir)</u> <u>Dewi Rossylia Wati, Dila Elpin Setiani, Mirta Aliya Shiva'un Nabila, Mukhammad Annafinurika, Putri Eka Wahyu Setyana</u>	284-287
42	<u>ETNOBOTANI DALAM TRADISI 'SIRAMAN' BULAN SURO DI AIR TERJUN SEDUDO DESA NGLIMAN KABUPATEN NGANJUK</u> <u>Adelia Widiyanti, Monicha Shinta Mahardika, dan Silvi Fitria Kumalasari</u>	288-291
43	<u>Pengembangan Media Pembelajaran Praktikum Berbasis Video Pada Materi Sistem Respirasi Kelas XI SMA Negeri 6 Kota Kediri</u> <u>Irma Setiawan Kusuma, Dwi Ari Budiretnani dan Tutut Indah Sulistiyowati</u>	292-295
44	<u>PROFIL KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA NEGERI 3 KEDIRI PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI</u> <u>Feni Septiana, Budhi Utami, Tutut Indah Sulistiyowati</u>	296-299
45	<u>KAJIAN ETNOBOTANI PADA RITUAL MANTEN TEBU PABRIK GULA MODJOPANGGUNG TULUNGAGUNG</u> <u>Afifah Nurul Hasanah, Alfin Warda Musawwa, Timurwati, Tutut Indah Sulistiyowati</u>	300-305
46	<u>PROFIL KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA KELAS XI SMA NEGERI 3 KEDIRI</u> <u>Nia Talia Salsabela Dewi Murti, Sulistiono, Budhi Utami</u>	306-309
47	<u>Analisis Potensi Serapan Kandungan Senyawa Dalam Tanaman Sirih Cina (<i>Peperomia pellucida</i>) Terhadap Tubuh Secara In Silico</u> <u>Nathania Ayu Nirmala, Lisa Permata Sari, Hayayumna Faiza</u>	310-314

Analisis Hubungan antara Kemampuan Berpikir Kreatif dan Pemahaman Konsep Biologi Siswa melalui Penerapan *Project-Based Learning* Berbasis Aplikasi Miro

*Aldina Yuningsih¹, Bea Hana Siswati¹

¹ Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Jember, Jember, Indonesia

* Penulis korespondensi: 220210103053@mail.unej.ac.id

ABSTRACT

One of the factors presumed to be related to students' conceptual understanding is creative thinking ability, as students with high creativity tend to connect ideas and interpret concepts more meaningfully. This study aims to analyze the correlation between creative thinking ability and students' conceptual understanding in biology through the implementation of the Project-Based Learning (PjBL) model supported by the miro application. This quantitative research employed a correlational approach involving 72 students from classes XI-1 and XI-3 at SMA Negeri 3 Jember. Data were collected using a creative thinking ability test and a biology conceptual understanding test after the implementation of PjBL. The data were analyzed using correlation and simple linear regression tests. The results revealed a significant relationship between creative thinking ability and students' conceptual understanding ($p = 0.031$) with a contribution of 6.5%, while 93.5% was influenced by other factors beyond this study. These findings suggest that students with higher creative thinking ability tend to achieve a better understanding of biological concepts. Implementing PjBL integrated with Miro supports collaborative learning and fosters deeper conceptual understanding through creative and contextual learning activities.

Key words:

Creative thinking ability, conceptual understanding, biology, project-based learning, miro

Riwayat artikel

Diterima: 16 /11/2025

Diperbaiki: -

Terbit: 8/5/2026

PENDAHULUAN

Kurikulum Merdeka adalah perubahan terbaru dalam dunia pendidikan di Indonesia, yang utamanya menekankan pembelajaran yang dipusatkan pada siswa serta membangun kemampuan untuk abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreatif, dan refleksi. Penerapannya guru harus merancang cara belajar yang sesuai dengan sifat, kebutuhan, dan minat murid (Hajani and Mandasari, 2024). Kurikulum ini mendorong siswa untuk aktif mengumpulkan pengetahuan sendiri, sementara guru bertugas sebagai pembimbing dalam menyusun pelajaran yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Meski begitu, kenyataan di sekolah menunjukkan bahwa pemahaman siswa tentang konsep-konsep masih belum cukup baik.

Berdasarkan hasil dari analisis gabungan beberapa penelitian menunjukkan bahwa hampir 68,74% siswa SMA memiliki pemahaman yang salah tentang materi yang sudah mereka pelajari, yang artinya ada kesulitan besar dalam menguasai konsep-konsep utama biologi. (Moga, 2022). Banyak murid ternyata punya pemahaman yang salah tentang materi sel, seperti yang terlihat dari hasil analisis *Certainty of Response Index* (CRI). Ini menunjukkan bahwa kurangnya penguasaan konsep jadi salah satu masalah besar dalam belajar biologi (Noviandra *et al.*, 2023). Kondisi yang serupa juga teridentifikasi melalui pengamatan langsung di kelas XI-1 dan XI-3 SMA Negeri 3 Jember, dimana kegiatan pembelajaran menunjukkan bahwa tingkat pemahaman konsep siswa masih tergolong rendah. Saat diberikan soal-soal yang bersifat kontekstual, siswa umumnya merespons dengan cara menghafal tanpa benar-benar memahami esensinya. Salah satu alasannya adalah penggunaan metode belajar tradisional yang membuat siswa hanya sebagai penerima informasi tanpa aktif (Dongoran, 2022). Padahal, memahami konsep itu sangat penting untuk membangun kemampuan berpikir seperti ilmuwan dan mahir menyelesaikan masalah (Rahmadani *et al.*, 2022).

Salah satu aspek kemampuan berpikir tingkat lanjut yang diperkirakan memiliki peran krusial dalam meningkatkan pemahaman konsep adalah kemampuan berpikir kreatif. Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kreatif mampu menghasilkan gagasan-gagasan inovatif, berpikir secara lentur, dan mengembangkan ide-ide dengan cara yang unik (Aprilia and Mahlianurrahman, 2023). Penelitian telah mengungkap adanya korelasi positif antara keterampilan berpikir kreatif dan prestasi belajar biologi siswa, yang memperkuat asumsi bahwa kemampuan berpikir kreatif memberikan kontribusi terhadap pemahaman konsep (Safitri and Japa, 2023). Dengan demikian, kemampuan berpikir kreatif diperkirakan memiliki kaitan dengan tingkat pemahaman konsep biologi siswa, sehingga memerlukan eksplorasi empiris yang lebih mendalam.

Agar membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kreatif sekaligus meningkatkan pemahaman konsep, diperlukan model pembelajaran yang relevan dengan karakteristik Kurikulum Merdeka. Salah satu model yang dapat diterapkan adalah *Project-Based Learning* (PjBL). Model ini mendorong siswa belajar melalui proyek nyata yang kontekstual dengan kehidupan sehari-hari. Melalui pembelajaran berbasis proyek, siswa dapat berkolaborasi, menemukan masalah, mengumpulkan informasi, dan menyusun solusi secara mandiri (Ariyanto, 2022). Model *Project-Based Learning* dipadukan dengan penggunaan aplikasi Miro sebagai media visual kolaboratif. Penggunaan Miro dilakukan setelah kegiatan proyek selesai untuk membantu siswa menyusun *mind map* yang menggambarkan hubungan antar konsep biologi yang telah dipelajari.

Studi sebelumnya hanya memusatkan perhatian pada peningkatan kemampuan berpikir kreatif atau pemahaman konsep secara mandiri. Dengan demikian, penelitian ini dilaksanakan guna mengevaluasi korelasi antara kemampuan berpikir kreatif dan pemahaman konsep biologi siswa dengan menerapkan metode *Project-Based Learning* yang menggunakan aplikasi Miro.

METODE

Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian kuantitatif dengan metode korelasional. Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi hubungan antara kemampuan berpikir kreatif dan pemahaman konsep biologi, yang akan diimplementasikan melalui model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) dengan dukungan aplikasi Miro. Penelitian ini, menggunakan variabel yaitu

kemampuan berpikir kreatif sebagai variabel independen (X) dan pemahaman konsep biologi sebagai variabel dependen (Y). Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 3 Jember selama semester ganjil tahun ajaran 2024/2025. Populasi penelitian terdiri dari siswa kelas XI-1 dan XI-3 MIPA SMA Negeri 3 Jember. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI MIPA tahun ajaran 2024/2025, yang mencakup dua kelas eksperimen dengan total 72 siswa. Pengumpulan data dilakukan melalui instrumen *post-test*. Prosedur penelitian mencakup tiga tahap utama yaitu persiapan, implementasi, dan analisis data. Teknik analisis data untuk menentukan hubungan antara variabel prediktor (kemampuan berpikir kreatif) dan variabel kriterium (pemahaman konsep biologi) melibatkan beberapa uji statistik, dimulai dengan uji prasyarat seperti normalitas dan linearitas, kemudian dilanjutkan dengan uji korelasi dan regresi linier sederhana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan antara kemampuan berpikir kreatif dan pemahaman konsep biologi. Untuk mencapai hasil tersebut, dilakukan analisis data yang mencakup uji prasyarat seperti uji normalitas dan uji linearitas, diikuti dengan pengujian hipotesis melalui uji korelasi dan regresi linier sederhana. Analisis diawali dengan uji normalitas guna memverifikasi apakah data berdistribusi normal, mengingat uji korelasi *Pearson* dan regresi linier sederhana mensyaratkan distribusi normal pada data. Hasil uji normalitas, sebagaimana tercermin dalam Tabel 1, mengindikasikan bahwa data kemampuan berpikir kreatif dan pemahaman konsep biologi berdistribusi normal, dengan nilai p yang melebihi 0,05.

Tabel 1. Uji Normalitas

Variabel	N	Sig. (Kolmogorov-smirnov)	Keterangan
Berpikir Kreatif	72	0.200	Normal
Pemahaman Konsep	72	0.200	Normal

Setelah memastikan data berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji linearitas untuk memastikan bahwasannya variabel berpikir kreatif dengan variabel pemahaman konsep memiliki hubungan yang linear. Hasil uji linearitas pada Tabel 2 menunjukkan nilai signifikansi pada baris *Linearity* sebesar 0,048 ($< 0,05$) dan nilai signifikansi pada *Deviation from Linearity* sebesar 0,825 ($> 0,05$), sehingga dapat dikatakan bahwa hubungan antara kemampuan berpikir kreatif dan pemahaman konsep biologi bersifat linear dan tidak menunjukkan penyimpangan non-linear. Temuan bahwa hubungan tersebut linear sejalan dengan yang menyatakan bahwa pengaruh kreativitas terhadap pembentukan konsep sering muncul sebagai hubungan searah/proporsional dalam konteks pembelajaran sains (Mi dan Lu, 2020).

Tabel 2. Uji Linearitas

Variabel X-Y	Sig. Linearity	Sig. Deviation from Linearity	Keterangan
Berpikir kreatif – Pemahaman konsep	0.048	0.825	Linear

Berdasarkan hasil uji normalitas dan uji linearitas analisis data dapat dilanjutkan dengan uji hipotesis korelasi. Hasil uji korelasi *Pearson* pada Tabel 3 menunjukkan nilai $r = 0,254$ dengan signifikansi 0,031 ($< 0,05$), yang berarti terdapat hubungan positif dan signifikan antara kemampuan berpikir kreatif dan pemahaman konsep biologi siswa. Semakin tinggi kemampuan berpikir kreatif siswa, semakin baik pula pemahaman konsep yang diperoleh, meskipun kekuatan hubungannya

tergolong lemah. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang melaporkan korelasi positif signifikan antara kemampuan berpikir kreatif dan prestasi belajar biologi sebagai indikator umum dari hasil kognitif siswa, yang di dalamnya termasuk aspek pemahaman konsep (Eska *et al.*, 2023).

Tabel 3. Uji Korelasi

Variabel X-Y	R (Pearson)	Sig.	Interpretasi
Berpikir Kreatif – Pemahaman Konsep	0,254	0,031	Korelasi positif lemah.

Hubungan antara kemampuan berpikir kreatif dan pemahaman konsep biologi yang telah terbukti signifikan kemudian dilanjutkan dengan analisis uji regresi linier sederhana untuk mengukur seberapa besar kontribusi variabel kemampuan berpikir kreatif terhadap pemahaman konsep biologi. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 4, diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,065, yang berarti kemampuan berpikir kreatif memberikan kontribusi sebesar 6,5% terhadap pemahaman konsep biologi. Hasil uji $F = 4,840$ dengan signifikansi $0,031 (< 0,05)$ menunjukkan bahwa model regresi yang diperoleh signifikan secara statistik. Persamaan regresi yang diperoleh adalah $Y = 48,672 + 0,412X$, yang mengindikasikan bahwa setiap peningkatan satu satuan kemampuan berpikir kreatif akan diikuti dengan peningkatan skor pemahaman konsep biologi sebesar 0,412 poin. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan yang membuktikan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kreatif berpengaruh positif terhadap pemahaman konsep siswa karena melatih kemampuan berpikir divergen dan elaboratif (Rohmah *et al.*, 2025). Selain itu, hal ini juga sejalan dengan penelitian bahwa kemampuan berpikir kreatif berkontribusi positif terhadap penguasaan konsep sains (Izzah, 2023).

Tabel 4. Uji Regresi Linier Sederhana

Variabel	Koefisien Regresi (B)	t hitung	Sig	R	R^2	F	Sig. F
Konstanta (a)	48.672	3.237	0.002	0.254	0.065	4.840	0.031
X (Berpikir kreatif)	0.412	2.200	0.031				

Penelitian ini menemukan bahwa ada kaitan positif dan berarti antara kemampuan berpikir kreatif siswa dengan pemahaman konsep biologi saat belajar menggunakan metode *Project-Based Learning* (PjBL) yang didukung aplikasi Miro. Dari analisis korelasi, didapat nilai r sebesar 0,254 dengan tingkat signifikansi 0,031 (yang lebih kecil dari 0,05), yang menunjukkan adanya hubungan positif. Pengujian regresi sederhana menghasilkan rumus $Y = 48,672 + 0,412X$ dengan $R^2 = 0,065$, artinya kemampuan berpikir kreatif berkontribusi sekitar 6,5% terhadap pemahaman konsep biologi, sementara 93,5% sisanya dipengaruhi oleh hal lain di luar variabel yang diteliti. Nilai $F = 4,840$ dan $Sig. = 0,031$ menandakan bahwa model regresi ini signifikan secara statistik, sehingga terbukti bahwa berpikir kreatif membantu meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Hasil penelitian ini cocok dengan studi yang mengungkapkan adanya kaitan antara kemampuan berpikir kreatif dan pemahaman konsep (Sumarni *et al.*, 2020). Selain itu, temuan ini juga sesuai dengan riset lain yang menyatakan bahwa siswa dengan kemampuan berpikir kreatif yang tinggi bisa lebih lancar memahami konsep biologi, karena mereka sering menghubungkan gagasan dan menemukan cara baru untuk menyelesaikan masalah (Lasmana and Riau, 2021). Di samping itu, ada penelitian yang menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif berkaitan positif dengan penguasaan konsep sains dan prestasi belajar siswa, yang sudah cocok dengan hasil ini (Neolaka,

2023). Kontribusi berpikir kreatif yang kecil (hanya 6,5%) terhadap pemahaman konsep menandakan bahwa kemampuan ini bukanlah satu-satunya penyebab utama. Sebenarnya, pemahaman konsep muncul dari kombinasi rumit antara kemampuan berpikir lanjutan, metakognisi, dorongan belajar, cara mengajar guru, dan suasana lingkungan belajar (Puspita *et al.*, 2024).

Project based learning (PjBL) yang diterapkan dalam studi ini memfasilitasi pertumbuhan kemampuan berpikir kreatif melalui tugas-tugas proyek yang relevan dengan kehidupan nyata. Peserta didik diajarkan untuk merancang alternatif penyelesaian, menghasilkan karya, serta menyampaikan temuan dengan gagasan yang inovatif. Metode PjBL memotivasi siswa untuk berpikir secara divergen dan adaptif (Julianto and Rukmi, 2022). Integrasi Miro ke dalam PjBL berkontribusi pada peningkatan interaksi serta representasi visual konsep-konsep biologi melalui platform digital. Perangkat ini dimanfaatkan untuk menyusun peta pikiran, dan implementasi model yang didukung Miro memberikan dampak positif yang nyata pada keterampilan argumentasi saintifik serta penguasaan materi biologi siswa, berkat peningkatan kerja sama tim dan imajinasi (Supriatna, 2025). Pemanfaatan alat digital seperti *mind map* dan papan kerja bersama mampu merangsang kreativitas sambil menjelaskan kerangka konsep biologi yang sedang dipelajari (Pinareswati and Rahayu, 2025).

Dari hasil studi ini, terlihat bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa memiliki kaitan positif dengan pemahaman mereka tentang konsep-konsep biologi saat menggunakan Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) yang dibantu aplikasi Miro. Walaupun pengaruhnya hanya sekitar 6,5%, ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep tidak cuma bergantung pada kreativitas berpikir, tapi juga dipengaruhi motivasi belajar, kesadaran metakognitif. Temuan ini sejalan dengan penemuan yang menyatakan bahwa berpikir kreatif berperan penting dalam memahami konsep ilmiah karena melatih siswa berpikir reflektif (Karyanto, 2022).

SIMPULAN

Dari analisis dalam penelitian ini, disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kreatif memiliki hubungan positif dengan pemahaman konsep biologi ketika siswa menggunakan Pembelajaran Berbasis Proyek yang didukung aplikasi Miro. Hubungan ini terbukti signifikan dengan angka 0,031 (di bawah 0,05), yang menunjukkan bahwa kaitannya positif dan bermakna secara statistik. Secara spesifik, kreativitas berpikir memberikan kontribusi sekitar 6,5% pada pemahaman konsep biologi siswa. Metode pembelajaran ini, dengan bantuan Miro, memungkinkan siswa untuk mengungkapkan ide-ide mereka, menyusun konsep-konsep, dan memahami materi biologi lebih dalam melalui tugas proyek yang dilakukan bersama. Penggunaan teknologi digital seperti ini juga membantu mengembangkan cara berpikir yang lebih maju, sehingga membuat hubungan antara berpikir kreatif dan pemahaman konsep dalam pelajaran biologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada SMA Negeri 3 Jember karena sudah memberikan izin dan kesempatan untuk menjalankan penelitian ini. Penulis juga ingin memberikan penghargaan tinggi kepada guru biologi dan siswa kelas XI-1 dan XI-3 MIPA yang sudah ikut serta serta memberikan dukungan selama proses pengumpulan data berjalan. Selain itu, penulis berterima kasih kepada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember atas arahan, bimbingan, dan fasilitas yang diberikan selama penyusunan penelitian ini. Apresiasi disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian dan artikel prosiding ini bisa diselesaikan dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Aprilia, R. and Mahlianurrahman. 2023. Penerapan Media Pembelajaran Video Untuk Meningkatkan Profil Pelajar Pancasila Siswa Sekolah Dasar. *Fakultas Tarbiyah Universitas Muhammadiyah Aceh*, 10(2): 55–65.
- Ariyanto Andy, Sutama, M. 2022. Pembelajaran *Project Based Learning* (Pjbl). *Jurnal Ilmiah Mitra Swara Ganesha*, 9(2): 101–116.
- Dongoran, P. 2022. Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri terhadap Kemampuan berpikir kreatif di SMA Negeri 1 Portibi. *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 9(4): 1483–1490.
- Hajani li, T.J. and Mandasari, N. 2024. Transformasi Pengajaran: Pelatihan Kreativitas dan Inovasi Guru dalam Era Kurikulum Merdeka. *Jurnal Gramaswara*, 4(1): 13–22. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.gramaswara.2024.004.01.02>.
- Izzah, S. N., Sudarmin, Wiyanto, & Wardani, S. (2023). Analysis of science concept mastery, creative thinking skills, and environmental attitudes after Ethno-STEM learning implementation. *International Journal of Instruction*, 16(3), 777–796. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16342a>
- Julianto, J., Wasis, W., Agustini, R., Suprayitno, S., Rukmi, A. S., Hidayati, F., & Rahmawati, E. (2022). Creative attitude in science learning model to improve creative thinking skills and positive attitude of students towards science. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 3(6), 701–717. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v3i6.255>
- Karyanto, P. 2022. Gerak Dan Gaya Dengan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP KELAS VIII SMP Negeri 1 Kebakkramat, *Inkuiri Jurnal Pendidikan IPA*, 11(1): 22–28. Available at: <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v11i1.54919>.
- Lasamana, N., Idris, T., & Riau, U. I. (2020). Profil kemampuan berpikir kritis dan kreatif pada pembelajaran biologi siswa kelas XI IPA SMAN 9 Pekanbaru. *Biology and Education Journal*, 1(2), 77–84. <https://doi.org/10.25299/baej.2020.14407>
- Mi, S. and Lu, S. 2020. *Trends And Foundations In Research On Students Conceptual Understanding In Science Education : A Method Based On The Structural Topic Model*. *Journal of Baltic Science Education*, 19(4): 551–568.
- Nasution, N. E. A., Al Muhdhar, M. H. I., Sari, M. S., & Balqis. (2023). Relationship between critical and creative thinking skills and learning achievement in biology with reference to educational level and gender. *Journal of Turkish Science Education*, 20(1), 66–83. <https://doi.org/10.36681/tused.2023.005>
- Neolaka, F. (2023). Hubungan Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Hasil Belajar Dengan Retensi Biologi Mahasiswa UPG 1945 NTT dalam Pembelajaran Predict Observe Explain (POE), 6(2): 1326–1332.
- Syarif, N., Alberida, H. A., Fitri, R., & Yogica, R. (2023). Identifikasi miskonsepsi materi sel pada peserta didik di kelas XI IPA MAN 2 Kota Padang. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 9(2), 45–52. <https://doi.org/10.19109/bioilmi.v9i2.16270>
- Pinareswati, A. D., Rahayu, Y. S., & Yuliani, Y. (2025). Analysis of students' creative thinking skills in ecology: Digital mind maps supporting sustainable development goals. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan*, 10(01), 198–213. <https://doi.org/10.33503/ebio.v10i01.1176>
- Laila, Puspita; Abdurrahman; Tri, Jalmo; Dina, Maulina; Anita, Rosiyanti; Komarudin. 2024. Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa Pendidikan Biologi UIN Raden Intan Lampung. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3): 598–606. Available at: <https://doi.org/10.24042/ij sme.v7i3.23844>.
- Rahmadani, N., Wardhani, S. and Sumah, A.S.W. 2022. Hubungan Kemampuan Awal, Pemahaman Konsep, dan Hasil Belajar Siswa dalam di SMAN Sumatera Selatan. *Bioma : Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1): 1–9. Available at: <https://doi.org/10.26877/bioma.v11i1.8425>.
- Rohmah, A. N., Lestari, N. A., & Saphira, H. V. (2025). *The effect of STEAM approach in physics learning to enhance 21st century skills: A research-based analytical study*. *Journal of Digitalization in Physics Education*, 1(1), 1–17
- Safitri, B. D., Jamaluddin, J., & Japa, L. (2023). Hubungan keterampilan berpikir kreatif dengan hasil belajar biologi peserta didik SMA Negeri di Kota Mataram. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(3), 1783–1788. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i3.1586>
- Sumarni, Elis; Anandita, Eka Setiandi; Ari, Sunandar. 2020. *Profile Of Conceptual Photosynthesis And Creative Thinking: Study Of 7th-Grade Students*. *Biosfer : Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(2): 250–265.
- Setia Supriatna, M. Y., Mustofa, R. F., & Diella, D. (2025). *RICOSRE and Miro: Teaching approach for improving scientific argumentation skills in ecosystem materials*. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 51(7), 788–799. <https://doi.org/10.9734/ajess/2025/v51i72169>

Kepeminatan Dan Hasil Belajar Mahasiswa Pendidikan Jasmani Dan Olahraga Tahun Akademik 2025 Pada Mata Kuliah Anatomi Manusia

Budhi Utami^{1*}

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis Korespondensi: budhiutami@unpkdr.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze student characteristics, learning interests, and the relationship between attendance and learning outcomes in the Human Anatomy course at the Physical Education and Sports Study Program, Universitas Nusantara PGRI Kediri. The Human Anatomy course is offered in the first semester and focuses on bones, joints, and muscles, while organ function is studied in the Human Physiology course in the second semester. The diverse educational backgrounds of students (science, social studies, and vocational high schools) encourage the implementation of a Student-Centered Learning (SCL) approach. The research method employed a survey using questionnaires distributed randomly across four classes (I-A, I-B, I-C, and I-G), along with analysis of learning outcomes based on midterm exam (UTS) scores and attendance rates. The results indicate that 52% of students have never participated in sports competitions, and only 5.2% have participated without achieving championship titles. Students' interest in learning anatomy is primarily focused on understanding body structures to support health and physical fitness. Meanwhile, interest in physiology topics for the following semester varies, with distributions of 24%, 24%, 19%, and 41% across four topic options. The average midterm scores per class were 71.36 (I-A), 55.7 (I-B), 63.35 (I-C), and 81.5 (I-G). Attendance rates also varied, with averages of 90.75 (I-A), 68.8 (I-B), 94 (I-C), and 99.75 (I-G). A positive correlation was found between attendance and learning outcomes, where classes with higher attendance tended to achieve better academic performance. Based on these findings, the instructional strategy was enhanced by integrating physiological insights into each session and applying a combination of lectures and discussions (45%), as well as simulations and practical activities (41%), in line with student preferences. In conclusion, a student-centered learning approach that adapts to students' backgrounds and interests, along with improved attendance, contributes to optimizing learning outcomes in the Human Anatomy course.

Keywords: Human Anatomy, interest, learning outcomes

Riwayat artikel

Diterima: 16/11/2026

Diperbaiki:-

Terbit: 8/6/2025

PENDAHULUAN

Cita-cita serta dorongan keluarga dalam pendidikan seringkali menjadi faktor seorang mahasiswa dalam menentukan pilihan atau kepeminatan untuk memilih studi lanjut pada perguruan tinggi, termasuk dalam pemilihan program studi. Pada semester gasal tahun akademik 2025/2026 saat penulis mendapat tugas mengampu mata kuliah Anatomi Manusia pada prodi pendidikan jasmani dan olahraga UNP Kediri, melakukan wawancara secara acak pada mahasiswa semester satu yang menempuh mata kuliah Anatomi Manusia, dimana mahasiswa ini berasal dari siswa SMA maupun SMK dalam berbagai jurusan, sekitar 52% belum pernah mengikuti turnamen baik tingkat daerah (sekolah), dan lokal (Dati II), hanya 5,2% yang pernah mengikuti turnamen hingga tingkat provinsi walaupun belum memperoleh kejuaraan, 42,3% abstain.

Menyitir pendapat Sujanto (2004), dalam bukunya Psikologi Umum, "Minat sama dengan kemauan, yaitu kekuatan yang sadar dan hidup, atau menciptakan sesuatu berdasarkan perasaan dan pikiran." Hurlock (1999) juga menyatakan bahwa, "Minat yang merupakan kecenderungan secara sadar seseorang tidak muncul begitu saja, minat terbentuk melalui pertumbuhan, kematangan berpikir, proses belajar dan pengalaman. Minat dapat berubah sesuai dengan fase perkembangan dan pertumbuhan seseorang." Semakin dewasa seseorang maka semakin stabil kondisi minat dalam dirinya baik secara kuantitatif maupun kualitatif, Fitria dan Yani (2014) dalam penelitiannya tentang faktor-faktor yang dapat mempengaruhi minat mahasiswa terhadap perkuliahan adalah motivasi intrinsik untuk berprestasi (menjadi atlit), image prodi yang menghasilkan mahasiswa yang berprestasi serta beasiswa.

Tingkat kehadiran mahasiswa cukup bagus, akan tetapi pada saat pelaksanaan perkuliahan banyak mahasiswa yang kurang atau enggan mengikuti perkuliahan dengan lebih serius. Strategi pembelajaran saya lakukan adalah SCL (student centered learning) yaitu melalui tatap muka langsung (perkuliahan) diikuti dengan diskusi (SCL), dan diselingi dengan tanya jawab yang berbonus point nilai sebagai upaya memotivasi mahasiswa untuk belajar dan memperhatikan lebih fokus pada saat perkuliahan.

Setelah pertemuan ke-8, dilakukan evaluasi terhadap hasil belajar mahasiswa melalui tes (UTS) dan penyebaran angket yang diberikan ke mahasiswa secara acak sebagai perwakilan setiap kelas. Dari hasil angket diketahui bahwa ketertarikan mahasiswa terhadap jenis olah raga bervariasi dan mahasiswa ingin mempelajari beberapa topik tidak hanya terbatas pada tulang (kerangka) dan otot.

Deskripsi mata kuliah anatomi manusia yang ditetapkan dalam kurikulum Prodi Penjaskesrek dimana mata kuliah ini dikhususkan untuk membahas tulang, persedian dan otot maka setelah mempertimbangkan hasil angket saya berikan tambahan wawasan beberapa sistem organ yang bersinggungan dengan kedua topik bahasan tersebut dengan harapan mahasiswa lebih tertarik dan termotivasi untuk melaksanakan perkuliahan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian ini dilaksanakan pada mahasiswa semester satu prodi Penjaskesrek dengan sampel sebanyak 58 mahasiswa yang diambil secara acak dari kelas 1A, 1B, 1C dan 1G. Penelitian dilaksanakan mulai bulan September – November 2025. Pengambilan sampel dilakukan secara acak dari setiap kelas diambil 15 orang mahasiswa. Indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat peminatan adalah tingkat kehadiran, ketertarikan untuk belajar yang ditunjukkan partisipatif aktif selama proses perkuliahan dan perhatian dalam belajar serta motivasi belajar (Nurhasanah, 2016). Angket kepeminatan

mahasiswa juga untuk mengetahui ketertarikan mahasiswa terhadap topik bahasan materi sebagaimana yang telah dirumuskan dalam RPS, jenis atau bidang olah raga yang paling diminati dan ingin dikembangkan mahasiswa serta untuk menggali masukan dari mahasiswa akan perlunya topik atau pokok bahasan lainnya yang dapat diberikan pada mata kuliah anatomi manusia ini. Hasil belajar diambil dari nilai Ujian Tengah Semester dan poin yang dikumpulkan oleh mahasiswa selama proses perkuliahan (tatap muka).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Topik materi sebagaimana yang telah dirumuskan dalam RPS, mata kuliah Anatomi Manusia membahas tentang tulang (rangka), persediaan dan otot. Untuk mengetahui tingkat kepedulian mahasiswa terhadap topik bahasan yang ingin dipelajari mahasiswa pada matakuliah Anatomi Manusia, ditawarkan beberapa topik dalam angket tersebut topik-topik lain yaitu (1) struktur tubuh manusia untuk meningkatkan kinerja olahraga, (2). pengetahuan kesehatan dan kebugaran, (3) meningkatkan kemampuan dalam bidang olahraga, (4) mengantisipasi cedera, dan (5) biomekanika. Hasil angket menunjukkan tingkat kepedulian untuk materi (1) yaitu struktur tubuh untuk meningkatkan kemampuan dalam bidang olah raga sebesar 53%, materi (2) yaitu pengetahuan kesehatan dan kebugaran sebesar 45%, materi (3) yaitu meningkatkan kemampuan dalam bidang olah raga sebesar 14%, materi (4) yaitu membahas antisipasi cedera kepedulian mahasiswa hanya sebesar 1% dan materi (5) yaitu tentang pengetahuan biomekanika sebesar 2%.

Dari hasil angket kepedulian mahasiswa terhadap topik materi mahasiswa berharap dengan mempelajari Anatomi Manusia akan mengetahui struktur anatomi tubuh yang dapat menunjang kesehatan dan kebugaran tubuh menunjukkan angka tertinggi yaitu 53%. Hal ini menunjukkan bahwa RPS yang disusun sudah sesuai dengan deskripsi dan topik yang dibahas selama perkuliahan, hanya saja ada masukan dari mahasiswa untuk menambah jam praktikum tentang anatomi rangka. Dalam pelaksanaan perkuliahan rangka memang hanya 1 kali dilakukan praktikum rangka dengan menggunakan rangka model, disebabkan keterbatasan sarana dan ruang lab.

Motivasi belajar mahasiswa yang diambil dari hasil presensi kelas selama 2 bulan diketahui bahwa kelas 1G paling rajin (99,75%), selanjutnya kelas 1C (94%), diikuti kelas 1A (90,75%) dan kelas 1B (68,8%). Pada saat proses perkuliahan berlangsung kelas 1G juga paling aktif dalam diskusi dan menjawab pertanyaan bila dibandingkan dengan kelas A dan B

Untuk hasil belajar yang diambil dari nilai UTS diketahui nilai rata-rata kelas untuk 1A sebesar 71,36, kelas 1B sebesar 55,7; kelas 1C sebesar 63,35 dan kelas 1G sebesar 81,50. Berdasarkan nilai hasil belajar mahasiswa, tingkat kehadiran dan keaktifan mahasiswa selama perkuliahan ada korelasi positif yaitu pada kelas 1B yang memiliki tingkat kehadiran cukup rendah (68,8) ternyata nilai hasil belajar rata-rata kelas juga paling rendah yaitu 55,7, sedangkan pada kelas 1G yang memiliki tingkat kehadiran rata-rata 99,75, nilai hasil belajar rata-rata juga paling tinggi yaitu 81,5.

SIMPULAN

Mahasiswa Program Studi Penjaskesrek UNP Kediri tahun akademik 2025/2026 yang menempuh mata kuliah Anatomi Manusia memiliki tingkat kepedulian terhadap topik perkuliahan cukup baik, tingkat kehadiran baik namun keterlibatan mahasiswa (partisipasi aktif) selama perkuliahan perlu ditingkatkan. Hasil penelitian ini menjadi rujukan bagi saya selaku dosen

pengampu untuk melakukan refleksi masukan dalam memilih strategi pembelajaran yang lebih mengaktifkan mahasiswa, misal dengan menggunakan studi kasus (proyek) yang kemudian dipresentasikan di depan kelas.

Profesionalitas dosen dalam memilih dan menggunakan metode pembelajaran yang sesuai dengan topik atau pokok bahasan perlu memperhatikan kepeminatan belajar yang terdapat pada mahasiswa sehingga dapat mendorong mahasiswa untuk mengembangkan diri baik sebagai calon guru olahraga maupun mengembangkan hobi berolahraga yang selama ini telah ditekuninya.

DAFTAR RUJUKAN

- Fitria, H., & Yani, E. A. (2014). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Minat Mahasiswa Memilih Perguruan Tinggi Ekonomi Islam (Studi Kasus: STEI SEBI). *Jurnal Ekonomi dan Perbankan Syariah*, 2(1).
- Mustafidah, H., & Suwarsito. (2016). Analisis Minat Belajar Mahasiswa Dan Tingkat Kehadiran Dosen Pengaruhnya Terhadap Tingkat Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Fuzzy Quantification Theory. *JUITA: Jurnal Informatika*, 2(2).
- Nurhasanah, S., & Sobandi, A. (2016). Minat Belajar Sebagai Determinan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 1(1), 128–135.
- Prihatini, E. (2017). Pengaruh Metode Pembelajaran Dan Minat Belajar Terhadap Hasil Belajar IPA. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 7(2), 171–179.
- Wiriani, W. T. (2021). Pengaruh Kemandirian Belajar Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Online. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik (JI-MR)*, 2(1), 57–63.

Analisis Kebutuhan Pengembangan Media Ajar Terarium Model Efek Rumah Kaca untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA

Lisa Permata Sari¹, Sukma Ayu Larasati², Dwi Ari Budiretnani¹, Poppy Rahmatika Primandiri¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

² SMA Negeri 1 Kandat

*Penulis Korespondensi: permatas2512@gmail.com

ABSTRACT

The main problem was identified from the learning conditions that were still dominated by lecture methods and the use of conventional written Student Worksheets (LKPD), resulting in students having difficulty understanding the abstract concept of the Greenhouse Effect. This condition was reinforced by the absence of concrete teaching aids, which also hampered the training of students' Critical Thinking Skills (KBK). This study aimed to analyze the need for innovative teaching media for Global Warming material to improve high school students' Critical Thinking Skills (KBK). The study was a qualitative descriptive study with a focus on needs analysis. Data were obtained through structured interviews using interview guidelines as an instrument, with the subject being a Grade X Biology Teacher of SMAN 1 Kandat. Interview data were analyzed through data reduction and used to determine the specifications for developing teaching media. The results of the needs analysis showed that the practice of learning Global Warming material had not been running optimally due to the absence of concrete teaching media. Teachers agreed and needed teaching media that could visualize the Greenhouse Effect in real terms. Therefore, the researcher recommended the Simple Terrarium Teaching Media Greenhouse Effect Model. This terrarium is believed to be an effective solution by providing a hands-on experimental model that allows students to directly observe and analyze temperature increase data. The development of this media is expected to not only facilitate understanding of concepts but also significantly improve students' critical thinking skills through the process of observing and analyzing scientific data.

Keywords:

Needs analysis, global warming, a simple terrarium, and critical thinking

Riwayat artikel

Diterima:23/11/25

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Menghadapi revolusi industri 4.0 tentu bukan hal mudah, sehingga mempersiapkan hal-hal yang terkait dengan hal tersebut menjadi suatu keharusan. Salah satu elemen penting yang harus menjadi perhatian untuk mendorong pertumbuhan ekonomi dan daya saing bangsa di era revolusi industri 4.0 adalah mempersiapkan sistem pembelajaran yang lebih inovatif, dan

meningkatkan kompetensi lulusan yang memiliki keterampilan abad ke-21 (*Learning and Innovations Skills*). Oleh karena trend di abad 21 lebih berfokus pada spesialisasi tertentu, maka tujuan pendidikan nasional Indonesia harus diarahkan pada upaya membentuk keterampilan dan sikap individu abad 21. Griffin & Care (2015) menggolongkan keterampilan dan sikap abad 21 sebagai *ways to thinking (knowledge, critical and creative thinking)*, *ways to learning (literacy and softskills)*, dan *ways to learning with other (personal, social, and civic responsibilities)*. Adapun *US-based Partnership for 21st Century Skills (P21)*, mengidentifikasi keterampilan berpikir kritis (*Critical Thinking Skills*), keterampilan berpikir kreatif (*Creative Thinking Skills*), keterampilan komunikasi (*Communication skills*), dan keterampilan kolaborasi (*Collaboration skills*) sebagai kompetensi yang diperlukan di abad ke-21. Kompetensi tersebut dikenal dengan kompetensi 4C. Keaktifan dan kemandirian siswa sangat diharapkan dalam melatih keterampilan 4C, khususnya berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi dan kreativitas (Indarta *et al.*, 2022). Perlunya keterampilan berpikir kritis dikembangkan karena siswa dapat menganalisis pemikirannya melalui berpikir kritis kemudian mengambil putusan suatu pilihan dan menarik sebuah kesimpulan (Sulistiani & Masrukan, 2016).

Berpikir kritis adalah salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi. Dalam memecahkan masalah keterampilan dasar ini diperlukan. Keterampilan berpikir kritis mengacu pada menggabungkan semua konsep dan pengetahuan yang ada untuk membuat keputusan yang andal dan logis (Miele & Wigfield, 2014). Cara berpikir yang rasional dan logis dalam mengambil keputusan yang diasumsikan secara langsung merupakan definisi keterampilan berpikir kritis (Ennis & Weir, 2013).

Di antara banyak keterampilan yang wajib dimiliki siswa, berpikir kritis hal yang kerap dibahas dunia pendidikan serta diyakini memainkan peran yang berguna dalam pengambilan keputusan, berpikir logis, berdiskusi serta memecahkan masalah (Facione, 2015). Kemampuan berpikir tingkat tinggi sangat penting dikembangkan melalui pembelajaran sains khususnya Biologi sebagai bekal peserta didik untuk menghadapi tantangan dan rintangan di masa mendatang. Tuntutan pembelajaran sains pada era global menurut *National Science Teachers Association* (2006) yaitu untuk menyiapkan peserta didik dengan berbagai keterampilan dan kecakapan, salah satunya adalah keterampilan berpikir kritis.

Materi pemanasan global merupakan salah satu materi yang sulit karena beberapa konsep yang dianggap abstrak oleh Peserta didik. Sehingga dapat terjadi perbedaan pemahaman dan kesalahpahaman antar Peserta didik (Suryawirawati *et al.*, 2018). Kesulitan yang dihadapi Peserta didik terutama adalah kemampuan untuk mengenal konsep-konsep yang berkaitan dengan kehidupan masyarakat dan lingkungan. Untuk menguasai konsep-konsep yang dipersyaratkan dalam standar kompetensi dan kompetensi inti, peserta didik harus menguasai konsep-konsep tersebut secara menyeluruh. Karena persyaratan tersebut, seringkali Peserta didik mengalami kesulitan untuk memahami konsep konsep tersebut secara bersamaan.

Oleh karena itu dalam menentukan metode belajar di kelas guru wajib memilih model, strategi, metode, bahan ajar serta penggunaan media pembelajaran yang tepat, hal tersebut penting agar meningkatkan mutu pendidikan. Penggunaan bahan ajar yang tepat dan bervariasi memiliki nilai praktis antara lain: mengatasi keterbatasan belajar siswa, menanamkan konsep dasar yang benar, menimbulkan keseragaman serta akhirnya dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses belajar mengajar yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran bagi peserta didik. Proses pembelajaran akan berlangsung dengan baik apabila guru dapat mengembangkan bahan ajar dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, salah satunya yaitu mengembangkan bahan ajar pembuatan *terarium* sederhana juga dapat melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Terarium yaitu tempat atau wadah kaca yang bisa digunakan sebagai sumber ilmu pengetahuan bagi siswa dalam meningkatkan kemampuan siswa terutama berpikir kritis terkait terarium (Gumelar, 2020).

Berdasarkan hasil wawancara bersama guru biologi SMAN 1 Kandat, proses pembelajaran pada materi Pemanasan Global ditemukan beberapa kendala mendasar. Selama ini, guru cenderung dominan menggunakan metode ceramah, yang hanya didukung oleh Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis tulisan konvensional. Pendekatan ini kurang memadai untuk materi sains yang esensialnya bersifat abstrak dan memerlukan visualisasi nyata. Akibatnya, siswa kesulitan dalam menginternalisasi konsep-konsep kunci seperti mekanisme terperangkapnya panas di atmosfer. Kondisi ini diperkuat oleh ketiadaan media ajar atau alat peraga yang konkret yang dapat digunakan siswa untuk melakukan observasi atau eksperimen mandiri, sehingga pemahaman siswa terhadap isu lingkungan yang kompleks ini menjadi dangkal.

Berangkat dari kendala tersebut, penelitian ini berfokus pada analisis kebutuhan pengembangan media ajar yang inovatif. Tujuan utamanya adalah mengembangkan bahan ajar berupa terarium sederhana model Efek Rumah Kaca sebagai alat peraga nyata. Media terarium ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar langsung (*hands-on*), memungkinkan siswa mengamati dan menganalisis secara visual bagaimana panas terperangkap. Siswa secara mandiri mengamati dan mencatat data kenaikan suhu di dalam terarium tertutup, yang merepresentasikan mekanisme Efek Rumah Kaca. Dengan adanya alat peraga yang dapat digunakan untuk menganalisis variabel suhu secara nyata ini, diharapkan siswa kelas X SMAN 1 Kandat tidak hanya akan lebih mudah memahami mekanisme Pemanasan Global, tetapi juga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis mereka melalui proses pengumpulan dan analisis data eksperimen.

Dalam proses pembelajaran Biologi, siswa belajar menggunakan terarium masih jarang dilakukan. Berdasarkan beberapa penjelasan dan hasil penelitian terdahulu diatas, maka akan dilakukan penelitian berjudul "Analisis Kebutuhan Pengembangan Media Ajar Terarium Model Efek Rumah Kaca untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMAN 1 Kandat".

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kualitatif dengan fokus pada analisis kebutuhan. Data diperoleh melalui wawancara terstruktur menggunakan pedoman wawancara sebagai instrumen, dengan subjek Guru Biologi Kelas X SMAN 1 Kandat. Data hasil wawancara dianalisis melalui reduksi data dan penarikan kesimpulan untuk menentukan spesifikasi kebutuhan pengembangan media ajar. Wawancara terstruktur dilakukan untuk menganalisis kebutuhan pengembangan media ajar, dengan fokus menggali informasi mengenai kendala pembelajaran materi Pemanasan Global, keterbatasan metode ceramah dan LKPD konvensional, serta urgensi pengembangan media terarium sederhana yang dapat memfasilitasi pengamatan kenaikan suhu untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil wawancara ini menjadi dasar utama dalam merumuskan kebutuhan pengembangan media yang akan dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data temuan yang diperoleh dari proses wawancara langsung dengan Guru Mata Pelajaran Biologi Kelas X SMAN 1 Kandat menunjukkan bahwa pembelajaran materi Pemanasan Global masih menghadapi tantangan substansial. Guru membenarkan bahwa metode mengajar yang paling dominan digunakan adalah ceramah yang didampingi oleh LKPD berbasis teks. Penggunaan metode ini dinilai kurang efektif, terutama karena konsep ERK bersifat abstrak. Siswa dilaporkan kesulitan dalam memvisualisasikan mekanisme terperangkapnya panas di atmosfer, yang diindikasikan dari rendahnya tingkat pemahaman mendalam dan

kemampuan mereka dalam menganalisis data riil. Lebih lanjut, ketersediaan alat peraga yang mampu mendemonstrasikan fenomena kenaikan suhu secara langsung hampir tidak ada, sehingga praktik *hands-on* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa menjadi terbatas. Pemilihan media pembelajaran yang tepat harus memperhatikan dan menyesuaikan kebutuhan materi pelajaran agar fungsi media sebagai alat yang dapat meningkatkan pemahaman dan minat belajar (Nadeak et al., 2022). Pengembangan media ajar Terarium Sederhana Model Efek Rumah Kaca secara signifikan berperan sebagai jembatan yang mengatasi kesulitan konseptual materi Pemanasan Global.

Terarium adalah sebuah objek kaca transparan ekosistem dalam bentuk mini digunakan untuk penelitian di laboratorium dengan memanfaatkan tabung-tabung yang ada di laboratorium dan pada penggunaan lebih lanjut digunakan sebagai miniatur sebuah ekosistem atau hubungan interaksi dengan lingkungan. Alat-alat yang dibutuhkan dalam pembuatan terrarium salah satunya adalah wadah kaca. Menurut Ariyanti (2010) ukuran dan bentuk wadah kaca bisa disesuaikan dengan tema, jenis dan volume tanaman serta penataannya dalam wadah tersebut. Kristiani (2002) menjelaskan terarium pada awalnya dikenal dengan *wardian case* yang oleh penemunya (Nathaniel Ward) digunakan untuk penelitian di laboratorium dengan memanfaatkan tabung-tabung yang ada di laboratorium dan pada penggunaan lebih lanjut digunakan sebagai miniatur sebuah ekosistem. Sugiyarto (2010) menambahkan bahwa terarium dapat mensimulasikan kondisi di alam yang sebenarnya dalam media kaca. Berbeda dengan metode ceramah, terarium menyajikan sebuah model fisik (analogi) yang konkret dan dapat diamati, memberikan visualisasi langsung tentang bagaimana fenomena terperangkapnya panas (Efek Rumah Kaca) bekerja.

Terarium tertutup memodelkan atmosfer Bumi yang memerangkap radiasi panas, di mana siswa dapat melakukan pengamatan kenaikan suhu secara *real-time* menggunakan termometer yang dipasang di dalamnya. Proses ini tidak hanya memperjelas konsep abstraktif menjadi data empiris, tetapi juga secara langsung memfasilitasi langkah awal pelatihan Kemampuan Berpikir Kritis siswa. Menurut Page (2006) berpikir kritis berhubungan dengan berpikir kognisi tingkat tinggi seperti menganalisis, mensintesis dan mengevaluasi. Menurut Schaferman (1991), seseorang yang berpikir kritis akan dapat mengidentifikasi persoalan, menanyakan sesuatu, menyampaikan jawaban atau argumen, menemukan informasi lain.

Berdasarkan temuan kebutuhan yang mendesak akan media ajar nyata, terarium sederhana model Efek Rumah Kaca dianggap sebagai solusi yang relevan dan memiliki potensi signifikan dalam melatih Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) siswa. Keterlibatan siswa dalam penggunaan terarium diatur sebagai studi observasi terarah. Dalam prosesnya, siswa diwajibkan untuk mengumpulkan dan mencatat data kenaikan suhu secara berkala pada terarium tertutup. Kegiatan ini secara langsung memfasilitasi indikator KBK berupa analisis keterkaitan dan inferensi (penarikan kesimpulan). Garrison et al. (2001) membagi empat keterampilan berpikir kritis, yaitu: (1) *trigger event* (cepat tanggap terhadap peristiwa), yaitu mengidentifikasi atau mengenali suatu isu, masalah, dilema dari pengalaman seseorang, yang disampaikan guru atau siswa lain, (2) *exploration* (eksplorasi), memikirkan ide personal dan sosial dalam rangka membuat persiapan keputusan, (3) *integration* (integrasi), yaitu mengkonstruksi maksud atau arti dari gagasan, dan mengintegrasikan informasi relevan yang telah diberikan pada tahap sebelumnya, dan (4) *resolution* (mengusulkan), yaitu mengusulkan solusi secara hipotesis, atau menerapkan solusi secara langsung kepada isu, dilema, atau masalah serta menguji gagasan dan hipotesis. Siswa harus menganalisis data suhu yang terus meningkat seiring waktu, kemudian menghubungkannya dengan konsep teoritis pemerangkapan panas oleh uap air (gas rumah kaca dalam terarium tertutup). Dengan demikian, terarium berfungsi sebagai alat penghasil data tunggal yang menuntut interpretasi dan memungkinkan siswa untuk melihat secara empiris

bahwa suhu dalam sistem tertutup dapat naik, mengubah konsep abstrak menjadi bukti ilmiah yang harus mereka kaitkan dengan pemahaman Pemanasan Global.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa praktik pembelajaran materi Pemanasan Global belum optimal dan memerlukan intervensi media ajar yang konkret. Masalah utama yang teridentifikasi adalah kesulitan siswa memahami konsep abstrak Efek Rumah Kaca, kondisi ini didukung dengan dominasi metode ceramah dan ketiadaan alat peraga nyata yang mampu mendemonstrasikan fenomena kenaikan suhu. Temuan ini menghasilkan rekomendasi yang kuat untuk pengembangan Media Ajar Terarium Sederhana Model Efek Rumah Kaca. Media ini sangat dibutuhkan karena dapat berfungsi sebagai alat mini-eksperimen yang memfasilitasi keterlibatan aktif siswa dalam pengamatan dan analisis data empiris kenaikan suhu. Dengan menyediakan bukti ilmiah nyata untuk diinterpretasi, media terarium diposisikan sebagai solusi yang efektif untuk menjembatani konsep teoritis yang abstrak dengan realitas lingkungan, sekaligus secara signifikan meningkatkan Kemampuan berpikir kritis siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dan kontribusi yang telah diberikan dalam penyelesaian artikel penelitian ini. Penghargaan dan apresiasi yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada Ibu Sukma Ayu Larasati, S.Pd selaku Guru Mata Pelajaran Biologi Kelas X di SMAN 1 Kandat, atas ketersediaan waktu, informasi yang diberikan melalui wawancara, serta kerja sama yang sangat membantu dalam mengidentifikasi kendala dan kebutuhan pembelajaran di lapangan.

Penulis juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada Dra. Dwi Ari Budiretnani, M.Pd dan Dr. Poppy Rahmatika Primandiri, M.Pd selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan, arahan, koreksi, serta dukungan moral yang tak pernah lelah diberikan sejak perencanaan hingga penulisan artikel ini. Kontribusi dan saran beliau sangat krusial dalam menyempurnakan penelitian ini. Semoga kontribusi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan pendidikan sains di Indonesia.

DAFTAR RUJUKAN

- Aryanti, F., & Surtikanti, H. 2017. Penerapan problem based learning (PBL) berbantuan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada konsep pencemaran lingkungan. *Jurnal Biologi & Pendidikan Biologi*, 2(1), 14-20.
- Ennis, E., & Weir, W. 2013. Critical thinking. Informal Logic.
- Facione, Peter A. 2015. Critical Thinking. New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Garnison, DR, Anderson, T, & Archer, W. 2001. *Critical Thinking and Computer Conferencing: A Model and Tool to Assess Cognitive Presence*. http://communitiesofinquiry.com/documents/CogPres_Final.pdf
- Griffin, P., & Care, E. 2015. *Assessment And Teaching of 21st Century Skills: Methods and Approach*. Dodrecht: Springer Business Media.
- Gumelar, A. 2020. Pengaruh Model Sains Teknologi Masyarakat Menggunakan Media Terrarium terhadap Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah Dan Self Regulation Peserta Didik Kelas X di SMAN 1 Tanjung Bintang. Doctoral Dissertation, UIN Raden Intan Lampung.
- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. 2022. Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar Dengan Model Pembelajaran Abad 21 Dalam Perkembangan Era Society 5.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 3011-3024.
- Krisitiani, A. 2002. Terarium; Taman Mungil dalam Wadah Kaca. Jakarta: AgroMedia.
- Miele, D. B., & Wigfield, A. 2014. *Quantitative and Qualitative Relations Between Motivation and Critical-Analytic Thinking*. *Educational Psychology Review*, 26(4), 519-541.

- Nadeak, T. E. Y., Ningsih, R., & Mustari, D. 2022. PKM Peningkatan Kompetensi Guru untuk Pembelajaran Berbasis Google Meet dan Zoom di Paud Godwilling. *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 114–122. <https://doi.org/10.52072/abdine.v2i1.318>
- Page, D, & Mukherjee, A. 2006. *Using Negotiation Exercises to Promote Critical Thinking Skills. Business Simulation and Experimental Learning*. 30(1): 71-78.
- Schafersman, SD. 1991. *An Introduction to Critical Thinking*. [http://www. freeinquiry.com/critical-thinking.html](http://www.freeinquiry.com/critical-thinking.html).
- Sugiyarto, L. 2010. Struktur dan Fungsi Terarium sebagai Miniatur Ekosistem. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sulistiani, E., & Masrukan. 2016. Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika X Universitas Semarang. *Seminar Nasional Matematika X Universitas Negeri Semarang*: 605–612.
- Suryawirawati, I. G., Ramdhan, B., & Juhandi. 2018. Analisis Penurunan Miskonsepsi Peserta didik Pada Konsep Pemanasan Global Dengan Tes Diagnostik (*Two-Tier Test*) Setelah Pembelajaran *Predict-Observe-Explain (Poe)*. *Jobe*.

Analisis Tahapan Aktivitas Belajar Siswa Pada Pembelajaran Biologi Topik Sistem Kekebalan Tubuh

Nathania Ayu Nirmala^{1*}, Siti Maro'ah², Poppy Rahmatika Primandiri¹, Agus Muji Santoso¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

² SMA Negeri 1 Kandat

*Penulis Korespondensi: nathaniayy281@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to reveal students' learning activities in the Biology subject on the topic of the immune system. This study is a case study focused on in-depth observation of student learning activities carried out in one of the Senior High Schools in Kediri Regency, from February to August 2025. Data collected by the researcher in the form of stages of student learning activities during the learning process, obtained through unstructured classroom observations and interviews with biology teachers. The data were then analyzed descriptively by comparing the stages of student learning activities observed with the stages of learning activities listed in the teacher's lesson plan. The results showed that the stages of student learning include: prayer, attendance, listening to the learning objectives conveyed by the teacher, reviewing previous material, group presentations, discussions, listening to additional teacher explanations, reviewing the material, listening to the teacher's explanation for the next meeting, and closing. However, several important stages in in-depth learning have not been implemented optimally. Student learning activities are still dominated by teacher explanations and working on problems, while discussion activities are still limited. This condition indicates that learning activities do not fully reflect the stages of meaningful learning that lead students to think reflectively and be aware of their learning process. Furthermore, activities that strengthen numeracy literacy have not yet been demonstrated, as the learning resources used are still informative and not designed to stimulate data analysis skills, quantitative reasoning, and the application of biological concepts in real-life contexts. This study recommends developing learning designs using innovative learning models in accordance with government policy, namely the immersive learning approach. This recommendation is made to strengthen students' numeracy literacy and enhance collaborative and meaningful learning activities.

Key words:

learning resources, student learning activities, in-depth learning, numeracy literacy.

Riwayat artikel

Diterima:22/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Pembelajaran mendalam didefinisikan sebagai pendekatan yang memuliakan proses belajar, dengan menekankan penciptaan suasana pembelajaran yang berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*) melalui integrasi empat dimensi pengembangan diri: olah pikir (intelektual), olah hati (etika), olah rasa (estetika), dan olahraga (kinestetik) secara holistik dan terpadu (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025). Di era revolusi industri 4.0 ini, dunia pendidikan dituntut mampu membekali para peserta didik dengan keterampilan abad XXI (*21st Century Skills*). Keterampilan ini menuntut peserta didik agar mampu berpikir kritis dalam memecahkan masalah, kreatif dan inovatif serta keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Selain itu keterampilan mencari, mengelola dan menyampaikan informasi serta trampil menggunakan informasi dan teknologi (Banggur, M. D. V. (2020). Kondisi ini menjadikan penguatan kompetensi literasi dan numerasi sebagai kebutuhan mendasar dalam proses pembelajaran. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 57 Tahun 2021, ditegaskan bahwa standar kompetensi lulusan diarahkan pada penguasaan nilai-nilai Pancasila, serta kompetensi literasi dan numerasi yang harus dimiliki setiap peserta didik.

Dalam konteks pendidikan abad ke-21, kemampuan literasi dan numerasi menjadi dua aspek fundamental yang menentukan kualitas proses pembelajaran dan hasil belajar peserta didik. Literasi dan numerasi merujuk pada kemampuan peserta didik mengoperasikan angka dan simbol matematika dasar untuk memecahkan masalah di kehidupan sehari-hari dan menafsirkan data yang disajikan dalam berbagai konteks kemudian hasil penafsiran untuk membuat keputusan (Kemdikbud, 2017). Namun, berdasarkan observasi yang dilakukan di SMA Negeri 1 Kandat Kabupaten Kediri, ditemukan bahwa keterampilan literasi dan numerasi siswa masih tergolong rendah. Peserta didik belum terbiasa atau terlatih mengerjakan latihan soal yang berbasis literasi dan numerasi, dikarenakan sumber belajar yang digunakan belum menstimulasi data, penalaran kuantitatif, dan penerapan konsep dalam konteks nyata. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan literasi dan numerasi peserta didik masih rendah dan belum terasah secara optimal. Rendahnya keterampilan literasi dan numerasi dapat menjadi penghambat dalam terciptanya pembelajaran yang aktif dan bermakna. Hal tersebut dapat disebabkan oleh aktivitas belajar yang belum mencerminkan pembelajaran bermakna yang menuntun siswa untuk berfikir reflektif serta siswa yang belum terlatih dalam mengerjakan soal berbasis literasi numerasi karena sumber belajar yang belum menguatkan aspek literasi dan numerasi.

Aktivitas belajar merupakan indikator penting dalam keberhasilan pembelajaran Biologi, khususnya pada materi Sistem Kekebalan Tubuh yang menuntut keterlibatan kognitif, afektif, dan psikomotorik siswa secara seimbang. Topik ini menekankan pemahaman konsep yang kompleks, seperti mekanisme pertahanan tubuh, respons imun, antigen–antibodi, dan peran sel-sel imun, sehingga pembelajaran dituntut mampu membangun proses penalaran ilmiah dan pemahaman konseptual yang mendalam. Selaras dengan pendapat yang dikemukakan oleh (Bait *et al.*, 2025) bahwa pembelajaran kurikulum merdeka tidak hanya berfokus pada tranfer pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan karakter, keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi. Namun, implementasi pembelajaran mendalam pada materi Sistem Kekebalan Tubuh di kelas belum sepenuhnya optimal. Hasil observasi

menunjukkan bahwa aktivitas belajar siswa masih didominasi mendengarkan penjelasan guru serta pengerjaan soal, sementara kegiatan diskusi dan penalaran ilmiah belum menjadi fokus pembelajaran. Kondisi ini menyebabkan pembelajaran Sistem Kekebalan Tubuh sering dipersepsi sebagai kegiatan menghafal nama sel, jenis antibodi, dan tahapan imunitas, sehingga siswa belum memperoleh pengalaman belajar yang bermakna dan kontekstual sesuai karakteristik materi.

Aspek literasi numerasi yang seharusnya sangat relevan dengan materi ini misalnya interpretasi grafik jumlah sel darah putih saat infeksi, analisis data respons imun primer dan sekunder, hingga penalaran kuantitatif mengenai efektivitas vaksin belum banyak dilatihkan selama proses pembelajaran. Hal tersebut sejalan dengan observasi bahwa sumber belajar dan aktivitas pembelajaran masih bersifat informatif, belum dirancang untuk menstimulasi kemampuan analisis data maupun penerapan konsep biologi berbasis bukti ilmiah dalam konteks sehari-hari. Minimnya penelitian yang secara spesifik mendeskripsikan aktivitas belajar siswa dalam topik Sistem Kekebalan Tubuh, terutama dalam kerangka pembelajaran mendalam dan penguatan literasi numerasi, menunjukkan adanya celah penelitian yang penting untuk dikaji. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih menekankan pada peningkatan hasil belajar, namun belum mengungkap bagaimana siswa berpartisipasi, berinteraksi, dan membangun pemahaman selama proses pembelajaran berlangsung. Padahal, pemahaman terhadap aktivitas belajar siswa sangat diperlukan untuk menilai kesesuaian antara rancangan pembelajaran dalam RPP dan pembelajaran yang terjadi di kelas.

Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengungkap profil aktivitas belajar siswa pada topik Sistem Kekebalan Tubuh melalui pendekatan studi kasus di SMA. Temuan penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran nyata mengenai kesenjangan antara desain pembelajaran dan implementasinya di kelas, serta menjadi landasan untuk merancang strategi pembelajaran Biologi yang lebih inovatif selaras dengan prinsip pembelajaran mendalam sekaligus mampu menguatkan literasi numerasi siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis studi kasus, yang berfokus pada pengamatan pembelajaran mendalam terhadap tahapan aktivitas belajar siswa dalam proses pembelajaran biologi topik sistem kekebalan tubuh. Penelitian dilaksanakan di SMAN 1 Kandat Kabupaten Kediri pada bulan Februari-Agustus 2025 dengan subjek penelitian sebanyak 36 siswa kelas XI MIPA. Data dikumpulkan melalui observasi kelas secara tidak terstruktur dan wawancara dengan Guru Biologi, yaitu pengamatan yang dilakukan tanpa menggunakan pedoman observasi, sehingga peneliti mengembangkan pengamatannya berdasarkan perkembangan yang terjadi di lapangan. Kegiatan pengamatan dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung untuk merekam aktivitas siswa dalam aspek psikomotorik, kognitif, dan afektif, seperti partisipasi, komunikasi, tanggung jawab, dan kerja sama dalam kelompok. Prosedur observasi dilakukan dengan mencatat perilaku siswa secara langsung berdasarkan indikator aktivitas belajar yang telah disusun sebelumnya. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif, dengan membandingkan aktivitas yang tampak selama pembelajaran dengan tahapan kegiatan dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang digunakan guru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahapan belajar siswa meliputi: doa, presensi, menyimak tujuan pembelajaran yang disampaikan guru, mengulas materi sebelumnya,

presentasi kelompok, diskusi, mendengarkan penjelasan tambahan guru, mengulas materi, menyimak penjelasan guru untuk pertemuan berikutnya, dan penutup. Namun, beberapa tahapan penting dalam pembelajaran mendalam belum terlaksana secara optimal, banyak siswa yang masih pasif selama mengikuti aktivitas pembelajaran. Padahal, partisipasi aktif merupakan indikator penting dalam pembelajaran bermakna, karena melalui keterlibatan aktif siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, komunikasi ilmiah, serta kerja sama (Datubaringan, 2025)

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi, disampaikan bahwa siswa akan cenderung lebih aktif jika terdapat kegiatan praktikum ketika melaksanakan proses pembelajaran, sedangkan pada materi sistem kekebalan tubuh belum ada praktikum yang relevan. Hal ini sejalan dengan penelitian Susanti (2013) kegiatan pembelajaran yang menarik dapat membuat siswa menjadi lebih semangat dan memotivasi siswa dalam belajar. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Farid dan Pramukantoro (2006) serta Ani, (2013) menyatakan bahwa pembelajaran metode praktikum dapat meningkatkan hasil belajar dan sejalan dengan penelitian sebelumnya, peneliti juga menemukan bahwa pembelajaran metode praktikum dengan bahan dalam kehidupan sehari-hari ini dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Selain itu, hasil observasi menunjukkan bahwa aktivitas belajar siswa masih didominasi penjelasan guru dan pengerjaan soal. Sementara itu, Pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka menekankan pendekatan yang berpusat pada siswa, di mana guru bertindak sebagai fasilitator yang membimbing siswa dalam mengeksplorasi ilmu pengetahuan secara mandiri maupun kolaboratif (Syafriani *et al.*, 2025).

Diskusi kelompok masih pada level pertukaran informasi, bukan pada level argumentatif yang menuntut analisis. Hal ini dapat dilihat dari hasil observasi yang menunjukkan ketika pada tahap inti beberapa kelompok melakukan presentasi, diikuti diskusi yang berjalan singkat dan belum menunjukkan kualitas pendalaman konsep. Seperti dalam (Leonard *et al.*, 2019) mengenai teknik pembelajaran dengan mengajukan pertanyaan untuk mengarahkan siswa ke pemahaman dan pendalaman konsep. Pada awalnya diajukan beberapa pertanyaan yang mengarahkan siswa untuk memahami konsep yang dimaksud, bila dirasa sudah paham, maka pertanyaan yang diberikan lebih menekankan pada penyelidikan, mendalami konsep yang dipahami. Oleh karena itu, kondisi tersebut menunjukkan bahwa aktivitas belajar belum sepenuhnya mencerminkan tahapan pembelajaran bermakna yang menuntun siswa berfikir reflektif dan berkesadaran terhadap proses belajarnya.

Sumber belajar yang digunakan masih bersifat informatif dan belum dirancang untuk memstimulasi kemampuan analisis data, penalaran kuantitatif, serta penerapan konsep biologi dalam konteks kehidupan nyata. Padahal, topik sistem kekebalan tubuh sangat potensial untuk diintegrasikan dengan data, seperti grafik perkembangan antibodi, perbandingan jumlah sel imun, atau tabel respons imun primer dan sekunder. Ketiadaan aktivitas semacam ini menyebabkan siswa tidak terlatih membaca, menginterpretasikan, atau menyimpulkan informasi berbasis data. Minimnya paparan data numerik membuat kemampuan literasi numerasi siswa tidak berkembang selama pembelajaran berlangsung. Akibatnya, keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti menemukan pola, membuat prediksi, dan menalar secara kuantitatif tidak muncul. Hal ini juga menunjukkan bahwa pembelajaran belum mengarah pada pencapaian *profile learner* yang diharapkan dalam kurikulum, yaitu siswa yang mampu menggunakan data dan informasi secara kritis dalam memahami fenomena sains. Jika ditinjau dari perspektif pembelajaran mendalam (deep learning), pola aktivitas tersebut belum

mencerminkan proses belajar yang mendorong siswa berpikir reflektif, analitis, dan berkesadaran terhadap apa yang sedang mereka pelajari. Sebab, pembelajaran mendalam mensyaratkan keterlibatan kognitif yang tinggi, pengaitan konsep dengan konteks nyata, dan refleksi, seperti dijelaskan oleh Wibowo *et al.* (2025) bahwa Pembelajaran mendalam berorientasi pada keterlibatan aktif siswa, pengembangan pemahaman konseptual, berpikir kritis, reflektif, dan pembelajaran bermakna, sejalan dengan prinsip Kurikulum Merdeka yang mendorong pembelajaran berpusat pada siswa dan berorientasi pada kompetensi esensial.

SIMPULAN

Hasil penelitian meunjukkan bahwa aktivitas belajar siswa kelas XI MIPA dalam pembelajaran biologi pada topik sistem kekebalan tubuh di SMAN 1 Kandat Kabupaten Kediri, masih didominasi oleh pola pembelajaran yang berpusat pada guru (*student center*), sehingga siswa belum memperoleh kesempatan yang memadai untuk berpikir reflektif, analitis, dan kolaboratif sesuai prinsip pembelajaran mendalam. Diskusi yang terjadi bersifat dangkal dan tidak mendorong proses pengolahan konsep secara argumentatif maupun pemecahan masalah. Selain itu, unsur literasi numerasi belum terintegrasi dalam kegiatan pembelajaran maupun LKPD, sehingga siswa tidak terbiasa membaca, menafsirkan, atau menganalisis data kuantitatif yang sebenarnya sangat relevan dalam konteks biologi. Minimnya paparan data membuat kemampuan bernalar kuantitatif dan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa tidak berkembang optimal.

Berdasarkan hasil tersebut, direkomendasikan untuk mengembangkan desain pembelajaran serta LKPD yang lebih inovatif, kontekstual, dan berorientasi pada aktivitas kolaboratif, analitis, dan reflektif, penyesuaian alokasi waktu, serta memperkuat integrasi literasi numerasi agar pembelajaran biologi lebih sesuai dengan tujuan pembelajaran mendalam dan pengembangan profil pelajar yang diharapkan dalam kurikulum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam proses penyusunan penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung. Terutama kepada guru Biologi SMAN 1 Kandat yaitu Ibu Siti Maro'ah S.Pd dan siswa dari sekolah yang menjadi lokasi penelitian, yang telah dengan terbuka memberikan waktu, informasi, dan pengalaman berharga selama proses observasi dan wawancara berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Dr. Agus Muji Santoso, S.Pd., M.Si selaku dosen pembimbing I dan Ibu Dr. Poppy Rahmatika Primandiri, M.Pd selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan sehingga penelitian dan penyusunan artikel ini dapat terlaksana dengan baik. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan, khususnya dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran yang bermakna dan berdampak bagi generasi mendatang.

DAFTAR RUJUKAN

- Ani, Hastuti. (2013). Penerapan Pembelajaran Berbasis Praktikum Untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Biologi Materi Pokok Sistem Reproduksi Manusia. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Bait, E. H., Mulyasari, E., Hendriawan, D., Arwasih, A., & Ulwan, M. N. (2025). Kurikulum Merdeka dan Dinamika Tujuan Pendidikan: Integrasi Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP). *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 13(1).
- Banggur, M. D. V. (2020). Blended learning: solusi pembelajaran di era revolusi industri 4.0. *Jurnal Lonto Leok Pendidikan Anak Usia Dini*, 3(1), 22-29.

- Datubaringan, J., Jamhari, M., Dhafir, F., Masrianih, M., Zainal, S., & Nurdin, M. (2025). Partisipasi Siswa dalam Proses Pembelajaran pada Mata Pelajaran IPA di SMP Negeri 18 Palu. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 744-753
- Farid, Mukh., & Pramukantoro, J. A. (2006). *Pembelajaran Berbasis Praktikum untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Kemendikbud. (2017). Materi Pendukung Literasi Numerasi. In Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2025). Pembelajaran mendalam. <https://gurudikdas.dikdasmen.go.id/storage/users/3/Berita/2025/PDF/Pembelajaran%20Mendalam.pdf>
- Leonard, L., Wibawa, B., & Suriani, S. (2019). Model dan metode pembelajaran di kelas.
- Peraturan Pemerintah Nomor 57 Tahun 2021. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/165024/pp-no-57-tahun-2021>
- Susanti, Rahmi. (2013). Pengaruh Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah pada Praktikum Fotosintesis dan Respirasi untuk Meningkatkan Kemampuan Generik Sains Mahasiswa Biologi FKIP Universitas Riau. *Jurnal Nasional*. Palembang: Unpublished
- Syafriani, D., Sahputri, A. A., Alyanti, D., Ramadani, D. S., & Pardosi, K. T. (2025). Pembelajaran Kurikulum Merdeka di Indonesia. *Jurnal Akuntansi Hukum dan Edukasi*, 2(1), 22-31.
- Wibowo, G., Gunawan, D. & Mardiana, D. (2025) 'Implementasi Pendekatan Pembelajaran Mendalam (Deep Learning) dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa di Sekolah Dasar', *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(3). doi: 10.23969/jp.v10i3.27960.

Implementasi Strategi Pembelajaran MERDEKA dalam Matakuliah Pendidikan Karakter

Mumun Nurmilawati¹, Chandra Kirana²

¹ Universitas Nusantara PGRI Kediri

² Universitas PGRI Mpu Sindok Nganjuk

*Penulis korespondensi: mumunnurmila68@gmail.com

ABSTRACT

This research is motivated by the importance of learning that integrates character values in students, which has not been studied conceptually. The purpose of this study is to analyze and synthesize the implementation of MERDEKA learning in character education courses. This study uses a conceptual qualitative approach with a literature review method. Data collection was carried out through various literature, research results and policy documents relevant to character education and learning strategies. The analysis techniques was carried out descriptively by means of identification, categorization, and interpretation. The results show that the strategy of MERDEKA learning that has the properties of reflective, collaborative, and contextual, consists of seven stages, namely (1) starting with oneself, (2) concept exploration, (3) collaboration space, (4) contextual demonstration, (5) elaboration of understanding, (6) connections between materials, and (7) real action. These stages form a pedagogical flow that builds awareness of values, moral responsibility and makes students active subjects. The implications of this study strengthen the view that character education will be effective if it is based on freedom of learning accompanied by reflection and moral action, and this strategy becomes an alternative for lecturers in the learning process in character education courses.

Key words: character education, merdeka learning strategies

Riwayat artikel

Diterima:18/11/2026

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah proses pendewasaan mental yang berakhir pada perubahan karakter. Akhir-akhir ini bermunculan kasus yang melibatkan orang-orang terdidik ke ranah hukum yang memberikan gambaran buruk pada proses pendidikan (Salim dkk., 2022). Hal ini menunjukkan terjadinya krisis multidimensional dan degradasi moral dan isu disintegrasi bangsa. Pemicu dalam permasalahan ini adalah kurangnya kontrol media

dan keluarga serta adanya globalisasi, sehingga pendidikan karakter dianggap menjadi solusi alternatif yang ampuh untuk menghadapi permasalahan moral bangsa yang makin memburuk (Mentari dkk., 2021).

Beberapa fenomena yang akhir-akhir ini terjadi di Indonesia menunjukkan kemunduran karakter seperti anak sudah tidak lagi menghormati orang tua, pergaulan bebas remaja, bully di sekolah maupun di masyarakat, meningkatnya kenakalan remaja, tindak pidana korupsi yang dilakukan pejabat atau orang terpelajar, narkoba, tayangan-tayangan yang tidak mencerminkan pendidikan karakter, dan rusaknya lingkungan (Salim dkk., 2022; Mentari dkk., 2021).

Perkembangan teknologi yang sangat pesat berdampak pada cara belajar mahasiswa hal ini disebabkan oleh penggunaan gawai, laptop, komputer yang menjadi bagian aktivitas mahasiswa. Banyak dosen yang masih menggunakan pembelajaran satu arah yang menyebabkan kejenuhan mahasiswa (Perdana & Adha, 2020). Dengan adanya kebijakan dalam kurikulum merdeka implementasi strategi dalam pembelajaran karakter secara konseptual masih belum terpetakan. Dosen hanya menekankan pada penguasaan materi dan nilai tanpa mengintegrasikan kebebasan mahasiswa dalam belajar secara sistematis.

Menurut Ramadhani dkk. (2020) pendidikan karakter adalah upaya sadar yang dilakukan seseorang atau sekelompok orang untuk menginternalisasikan nilai-nilai karakter pada seseorang yang lain agar mengetahui, berpikir dan bertindak secara bermoral dalam menghadapi situasi. Menurut Lickona (1992) karakter berkaitan dengan moral sehingga ada 3 komponen dalam karakter yaitu *knowing moral*, *feeling moral* dan *action moral*. Ketiga komponen tersebut saling berkaitan, jika salah satu tidak terlaksana maka akan terjadi krisis moral.

Salah satu strategi pembelajaran yang bisa digunakan dalam pembelajaran matakuliah pendidikan karakter adalah strategi pembelajaran MERDEKA yang terdiri dari 7 tahapan yaitu mulai diri, eksplorasi konsep, ruang kolaborasi, demonstrasi kontekstual, elaborasi pemahaman, koneksi antar materi dan aksi nyata (Rafael & Munzil, 2024). Strategi ini memberikan ruang belajar bagi mahasiswa dalam mengembangkan potensi diri, kreativitas dan tanggung jawab belajar (Kemendikbudristek, 2020).

Beberapa penelitian tentang integrasi nilai karakter dengan pembelajaran otonom sudah banyak diteliti, namun masih belum ada penelitian yang mengkaji tentang implementasi strategi pembelajaran MERDEKA dalam matakuliah pendidikan karakter (Faiz & Soleh, 2021; Mentari dkk., 2021).

Dalam penelitian ini memaparkan tentang konstruksi konseptual strategi pembelajaran MERDEKA yang dapat digunakan sebagai kerangka implementasi pada matakuliah pendidikan karakter. Dengan adanya penelitian ini diharapkan memperkuat pemahaman teoritis dan akan memberikan arah praktis bagi dosen dalam merancang pengalaman belajar yang berpusat pada mahasiswa dan berorientasi karakter.

Berdasarkan paparan tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis dan mensintesis konsep implementasi strategi pembelajaran MERDEKA pada matakuliah pendidikan karakter, dan diharapkan menghasilkan rumusan strategi pembelajaran yang efektif, kontekstual, dan berorientasi pada penguatan nilai karakter mahasiswa.

METODE

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan jenis kajian konseptual. Dalam penelitian ini ditelaah teori, hasil penelitian, dan kebijakan untuk

membentuk pemahaman konseptual baru yang relevan dengan pendidikan (Miles & Saldaña, 2014). Alasan dipilihnya pendekatan ini supaya peneliti dapat mengeksplorasi ide, teori, dan hasil penelitian terdahulu sehingga dapat disintesis teoritis dan dianalisis kritis terhadap konsep-konsep yang berkembang.

Literatur ilmiah, dokumen kebijakan, dan hasil-hasil penelitian terdahulu menjadi target kajian penelitian ini. Jurnal nasional terakreditasi, jurnal internasional, buku teks pendidikan karakter, serta dokumen kebijakan pendidikan nasional merupakan sumber data yang digunakan.

Penelitian ini dilaksanakan melalui tahap-tahap, yaitu (1) menetapkan fokus kajian, (2) mengumpulkan data dari berbagai sumber, (3) mengolah dan mensintesis data, (4) menganalisis dan menginterpretasi. Di setiap tahapan dilakukan dengan sistematis untuk menghasilkan analisis konseptual yang valid dan relevan dengan tujuan penelitian (Moleong, 2019). Data dikumpulkan dengan metode studi kepustakaan. Teknik analisis data yang digunakan dengan menggunakan analisis isi yaitu untuk mengidentifikasi, mengkategorikan, dan menginterpretasikan dari teks atau dokumen (Krippendorff, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan implementasi strategi pembelajaran MERDEKA di matakuliah pendidikan karakter dilaksanakan dengan tujuh tahapan yang saling berkesinambungan. Masing-masing tahapan memberikan gambaran aktivitas mahasiswa dalam pembelajaran secara aktif, reflektif dan kolaboratif. Hal ini sejalan dengan tujuan penelitian untuk mengetahui bagaimana implementasi strategi pembelajaran MERDEKA yang mengintegrasikan nilai karakter mahasiswa dalam proses akademik.

Tahap pertama strategi pembelajaran MERDEKA adalah *Mulai Diri*, pada tahap ini mahasiswa dimotivasi untuk melakukan refleksi personal sesuai dengan topik atau materi yang akan dipelajari dengan menjawab beberapa pertanyaan yang sudah disediakan dalam lembar kegiatan mahasiswa. Tahap ini membantu mahasiswa menumbuhkan kesadaran diri dan tanggung jawab secara pribadi terhadap pembelajaran, sehingga tahap ini merupakan pintu awal pembentukan karakter melalui introspeksi dan kesadaran moral individu.

Tahap kedua strategi pembelajaran MERDEKA adalah *Eksplorasi Konsep*, dalam tahap ini mahasiswa dituntut untuk menyusun argumen kritis berdasarkan bacaan dan tayangan video. Hal ini sejalan dengan Anderson & Krathwohl (2001) yang menyatakan bahwa pembelajaran yang menggunakan pendekatan *inquiry-based learning* akan membentuk kemampuan berpikir tingkat tinggi. Dalam tahap ini selain pemahaman terkait teori pendidikan karakter juga akan dikembangkan kemampuan analisis dan penalaran logis sebagai dasar pembentukan nilai-nilai reflektif.

Tahap ketiga adalah *Ruang Kolaborasi*, dimana pada tahap ini mahasiswa bekerjasama dalam kelompoknya menyusun argumen berkaitan dengan materi yang sudah dipelajari pada tahap eksplorasi konsep. Hal ini akan menambah kuatnya nilai-nilai tanggung jawab, toleransi, dan kerjasama sebagai bagian dari dimensi moral sosial (Nucci, 2016). Selain itu dalam ruang kolaborasi, rasa empati dan komunikasi antar mahasiswa akan tumbuh dan mendukung karakter demokratis di bidang akademik.

Tahap keempat adalah *Demonstrasi Kontekstual*, dalam tahap ini mahasiswa dituntut untuk membuat sebuah karya visual atau video sebagai bagian dari ekspresi pemahaman materi yang telah dipelajari dan didiskusikan bersama kelompoknya. Hal ini sejalan dengan Dewey (1938) yang menyatakan bahwa pembelajaran akan bermakna jika mahasiswa mengimplementasikan apa yang dipelajari dalam tindakan nyata dan ini akan menguatkan dimensi *learning by doing*, sehingga rasa percaya diri, tanggung jawab sosial, dan ekspresi moral mahasiswa akan tumbuh semakin kuat.

Tahap kelima yaitu *Elaborasi Pemahaman*, tahap dimana mahasiswa diberikan penguatan untuk memperdalam konsep materi yang telah dibahas melalui dialog dengan dosen. Proses ini menunjukkan praktik *socratic dialogue* dalam pendidikan moral yang menekankan dialog kritis (Narvaez & Rest, 2008). Sehingga mahasiswa mampu menginternalisasi makna dan nilai dalam kehidupan sehari-hari.

Tahap *Koneksi Antar Materi* adalah tahap keenam dalam strategi pembelajaran MERDEKA. Dalam tahap ini mahasiswa dituntut untuk membuat *mind mapping* untuk membangun keterkaitan antar materi. Tujuan dari pembuatan *mind mapping* ini agar mahasiswa dapat menghubungkan materi secara keseluruhan dengan demikian akan dapat memahami keterkaitan nilai, teori, dan konteks sosial dalam satu kesatuan makna belajar.

Tahap *Aksi Nyata* merupakan tahap ketujuh dari strategi pembelajaran MERDEKA. Dimana dalam tahap ini mahasiswa membuat refleksi dalam tindakan nyata sebagai bentuk pemahaman terhadap materi yang telah dipelajarinya. Dalam tahap ini mahasiswa diminta membuat sebuah ringkasan tentang hal-hal yang diidamkan sesuai dengan materi dan kondisi saat ini. Dengan ringkasan ini rasa tanggung jawab dan kepedulian sosial menjadi bagian dari pembelajaran karakter.

Ketujuh tahapan dalam strategi pembelajaran MERDEKA mengarah pada alur pembelajaran yang sistematis mulai dari refleksi diri sampai tindakan aksi nyata. Hal ini menjadikan pembelajaran matakuliah pendidikan karakter semakin menguatkan pengembangan moral dan intelektual yang bersifat reflektif, kolaboratif dan kontekstual.

Secara teoritis hasil penelitian ini memberikan kontribusi wawasan tentang kerangka implementasi strategi pembelajaran untuk matakuliah pendidikan karakter berbasis kemandirian dan tanggung jawab. Secara praktis hasil penelitian ini dapat dijadikan pedoman untuk pengintegrasian nilai karakter kedalam proses pembelajaran yang otonom dan kreatif, sehingga akan memperkaya strategi pembelajaran yang inovatif dalam pembelajaran abad 21.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi strategi pembelajaran MERDEKA pada matakuliah pendidikan karakter dilaksanakan melalui tujuh tahapan yang berkesinambungan yaitu mulai diri, eksplorasi konsep, ruang kolaborasi, demonstrasi kontekstual, elaborasi pemahaman, koneksi antar materi dan aksi nyata. Setiap tahapan menggambarkan aktifitas mahasiswa yang aktif, reflektif, kolaboratif dan kontekstual. Hasil penelitian berkontribusi dalam pengembangan strategi pembelajaran yang bisa digunakan untuk matakuliah lain. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji validitas dan efektifitasnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada ketua program studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas Nusantara PGRI Kediri yang telah memberikan fasilitas untuk melakukan penelitian ini, dan tak lupa teman sejawat anggota tim peneliti yang juga telah bekerjasama dalam menyelesaikan penelitian ini sekaligus dalam menyelesaikan publikasi penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). 2001. *A Taxonomy For Learning, Teaching, And Assessing: A Revision Of Bloom's Taxonomy Of Educational Objectives*. New York: Longman
- Dewey, J. 1938. *Experience and education*. New York: Macmillan

- Faiz, A., & Soleh, B. 2021. Implementasi Pendidikan Karakter Berbasis Kearifan Lokal. *JINoP: Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 7(1): 1–12. <https://doi.org/10.22219/jinop.v7i1.14250>
- Kemendikbudristek. 2020. *Panduan Merdeka Belajar–Kampus Merdeka*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Krippendorff, K. 2018. *Content Analysis: An Introduction to its Methodology* (4th ed.). USA: Sage Publications.
- Lickona, T. 1992. *Educating For Character: How Our Schools Can Teach Respect And Responsibility*. New York: Bantam Books
- Mentari, A., Oktavia, M., & Sulastri, D. 2021. Implementasi Pendidikan Karakter Di Perguruan Tinggi. *Kultur Demokrasi: Jurnal Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan*, 10(1): 45–56.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. 2014. *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). Sage Publications.
- Moleong, L. J. 2019. *Metodologi Penelitian Kualitatif* (Edisi revisi). Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Narvaez, D., & Rest, J. R. 2008. *Moral Development, Self, and Identity*. UK: Psychology Press.
- Nucci, L. 2016. *Character and Moral Education: A Developmental Perspective*. UK: Routledge.
- Perdana, D. R., & Adha, M. M. 2020. Implementasi Blended Learning Untuk Penguatan Pendidikan Karakter Pada Pembelajaran Kewarganegaraan. *Citizenship: Jurnal Pancasila dan Kewarganegaraan*, 8(2): 107–119.
- Rafael, Simon & Munzil. 2024. *Buku Ajar Matakuliah Inti Filosofi Pendidikan*. Jakarta: Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Jakarta
- Ramadhani, Juriah; Sugiatno; Abdul, Sahib; Deri, Wanto. 2020. *Pendidikan Karakter di Sekolah Dasar*. Bengkulu: LP2 IAIN Curup Bengkulu
- Salim, Nur Agus; Akbar, Avicenna; Suesilowati; Eka, Afrida Ermawati; Maru, Mary Jones Panjaitan; Aprilia, Divi Yustita; Siti, Saodah Susanti; Agung, Nugroho Catur Saputro; Titik, Pitriani Muslimin; David, Soputra; Hana, Lestari; Ika, Yuniwati; Tri, Suhartati; Ifit, Novita Sari. 2022. *Dasar-Dasar Pendidikan Karakter*. Samarinda : Yayasan Kita Menulis.

Studi Kasus Aktivitas Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Biologi Topik Sistem Reproduksi Manusia

Hayayumna Faiza¹, Agustina Wulansari², Poppy Rahmatika Primandiri¹, Agus Muji Santoso¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

² SMA Negeri 1 Kandat

*Penulis korespondensi: hayayumnafaizaaa@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to reveal the profile of student learning activities in Biology, specifically on the topic of the Human Reproductive System. It employed a case study design focusing on observing in-depth learning activities conducted at a Senior High School in Kediri Regency during August 2025. The data collected consisted of the stages of student learning activities during the instructional process, obtained through unstructured classroom observations and interviews with the biology teacher. Data were analyzed descriptively by comparing the observed learning activities with those outlined in the teacher's lesson plan (RPP). The findings show that the stages of student learning include prayer, attendance, listening to the teacher's explanation of learning objectives, observing instructional media, answering questions, and participating in class discussions. However, several essential stages of in-depth learning were not implemented optimally. Student learning activities remained dominated by teacher explanations and worksheet-based tasks, while discussion activities were still limited. This indicates that classroom learning has not yet reflected meaningful learning stages that guide students to think reflectively and become aware of their learning processes. Moreover, activities that strengthen numeracy literacy were not evident, as the learning resources used were mainly informative and did not stimulate data analysis, quantitative reasoning, or the application of biological concepts in real-life contexts. The study therefore recommends developing learning designs using innovative models aligned with government policy, particularly the in-depth learning approach. This recommendation aims to strengthen numeracy literacy and enhance collaborative and meaningful student learning activities.

Key words:

learning resources, student learning activities, numeracy literacy, in-depth learning

Riwayat artikel

Diterima:18/11/2026

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif (4C) sebagai bekal menghadapi tantangan global. Pemerintah Indonesia merespons kebutuhan tersebut melalui penerapan Kurikulum Merdeka,

yang berorientasi pada pembelajaran berpusat pada siswa (*student-centered learning*). Kurikulum ini menitikberatkan pada pengembangan potensi, karakter, serta kompetensi peserta didik secara utuh dan berkelanjutan. Selain itu, pendekatan pembelajaran kontekstual yang menekankan keterlibatan aktif siswa diharapkan mampu menumbuhkan kemandirian belajar dan kemampuan reflektif (Kemendikbud, 2021).

Pembelajaran Mendalam sejalan dengan pemikiran para filsuf pendidikan, karena pendekatan ini menempatkan peserta didik sebagai pusat proses pembelajaran dengan menciptakan suasana belajar yang berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*). Pendekatan ini menjadi semakin relevan pada era yang penuh kompleksitas dan ketidakpastian, karena memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengintegrasikan olah pikir (intelektual), olah hati (etika), olah rasa (estetika), dan olah raga (kinestetik) secara holistik dan terpadu. Pembelajaran Mendalam tidak hanya bertujuan meningkatkan capaian akademik, tetapi juga mendorong pembentukan karakter, kreativitas, dan empati sehingga peserta didik berkembang menjadi individu yang utuh, adaptif, dan selaras dengan tuntutan global (Kemendikbud, 2025).

Salah satu keterampilan esensial yang harus dimiliki siswa dalam konteks pendidikan abad ke-21 adalah kemampuan literasi dan numerasi. Menurut Kemendikbud (2017), literasi numerasi mencakup pengetahuan dan kecakapan untuk (a) menggunakan berbagai angka dan simbol matematika dasar dalam memecahkan masalah praktis pada beragam konteks kehidupan, serta (b) menganalisis informasi yang disajikan dalam berbagai bentuk representasi seperti grafik, tabel, dan bagan, kemudian menggunakan hasil interpretasi tersebut untuk membuat prediksi dan pengambilan keputusan. Namun, berdasarkan observasi terhadap siswa kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Kandat, ditemukan bahwa kemampuan literasi dan numerasi masih tergolong rendah. Siswa belum terbiasa mengerjakan tugas yang menuntut penalaran kuantitatif ataupun interpretasi data. Kondisi ini menunjukkan bahwa keterampilan literasi dan numerasi belum terintegrasi secara optimal dalam proses pembelajaran, sehingga berpotensi menghambat terciptanya pembelajaran aktif, kritis, dan bermakna.

Aktivitas belajar merupakan salah satu indikator penting dalam pencapaian keberhasilan pembelajaran biologi, khususnya pada materi Sistem Reproduksi Manusia yang menuntut keterlibatan kognitif, afektif, dan psikomotorik secara seimbang. Melalui Kurikulum Merdeka, pemerintah menekankan pentingnya penerapan pembelajaran mendalam yang mendorong siswa untuk berpikir kritis, reflektif, serta mampu mengaitkan konsep dengan kehidupan nyata (Kemendikbud, 2025). Namun demikian, implementasi pembelajaran mendalam di berbagai satuan pendidikan masih belum berjalan optimal, terutama dalam hal menciptakan aktivitas belajar yang bermakna, kontekstual, dan berpusat pada siswa.

Solikhatun *et al.* (2015) menyatakan bahwa sebagian besar siswa menganggap pelajaran biologi sebagai pelajaran hafalan, sehingga dalam pembelajaran di kelas siswa cenderung mencatat dan mendengarkan penjelasan dari guru. Akibatnya, siswa kurang terlibat dalam proses eksplorasi, diskusi, dan penalaran ilmiah. Kondisi ini berdampak pada rendahnya kemampuan analisis data biologis, kemampuan berpikir reflektif, serta kedalaman pemahaman terhadap konsep-konsep biologi. Selain itu, aspek literasi numerasi yang merupakan komponen penting dalam kompetensi abad ke-21 belum banyak dilatihkan dalam pembelajaran biologi. Padahal, topik sistem reproduksi manusia memerlukan keterampilan analisis kuantitatif seperti interpretasi grafik hormon, penghitungan peluang fertilisasi, maupun analisis data kesehatan reproduksi.

Minimnya kajian yang secara spesifik mendeskripsikan bagaimana aktivitas belajar siswa pada topik Sistem Reproduksi Manusia selama proses belajar mengajar di kelas, terutama jika ditinjau dari implementasi pembelajaran mendalam dan penguatan literasi numerasi, menunjukkan adanya celah penelitian. Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada

peningkatan hasil belajar, sehingga proses pembelajaran yang terjadi secara nyata di kelas khususnya proses belajar siswa dan perubahan kegiatan selama pembelajaran belum banyak diteliti secara mendalam. Padahal, pemahaman mengenai aktivitas belajar sangat penting sebagai dasar untuk menilai sejauh mana prinsip pembelajaran mendalam benar-benar diimplementasikan dalam situasi di lapangan, serta bagaimana literasi numerasi diterapkan atau tidak diimplementasikan dalam praktik pembelajaran Biologi.

Selain itu, kajian empiris mengenai pembelajaran Biologi pada topik Sistem Reproduksi Manusia masih sangat terbatas pada aspek kognitif, seperti penguasaan konsep atau kemampuan menjawab soal, tanpa menggali bagaimana siswa berpartisipasi, berinteraksi, dan membangun pemahaman selama proses pembelajaran.

Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengungkap profil aktivitas belajar siswa pada topik Sistem Reproduksi Manusia melalui pendekatan studi kasus di SMA. Temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran nyata antara rancangan pembelajaran dalam RPP dan pelaksanaan di kelas, sehingga dapat menjadi dasar bagi guru dan peneliti dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih inovatif, sesuai dengan prinsip pembelajaran mendalam, sekaligus mampu memperkuat literasi numerasi siswa.

METODE

Penelitian dilaksanakan di SMAN 1 Kandat, Kabupaten Kediri, pada bulan Agustus 2025 dengan subjek penelitian sebanyak 36 siswa kelas XI MIPA. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi kelas secara tidak terstruktur, yaitu pengamatan yang dilakukan tanpa pedoman baku sehingga peneliti dapat mengembangkan fokus pengamatannya sesuai fakta yang muncul di lapangan. Selain itu, data pendukung diperoleh melalui wawancara dengan guru Biologi.

Kegiatan observasi dilakukan selama pembelajaran berlangsung untuk merekam aktivitas siswa yang mencakup aspek psikomotorik, kognitif, dan afektif, seperti mengamati bagaimana siswa membaca, memahami dan menafsirkan penjelasan guru, serta tanggung jawab. Prosedur observasi dilakukan dengan mencatat perilaku siswa secara langsung berdasarkan indikator aktivitas belajar yang telah disusun sebelumnya. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara deskriptif dengan cara membandingkan aktivitas belajar yang tampak selama pembelajaran dengan tahapan kegiatan yang tercantum dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang digunakan guru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mendeskripsikan aktivitas belajar siswa berdasarkan hasil observasi selama proses pembelajaran Biologi pada topik Sistem Reproduksi Manusia. Data penelitian diperoleh melalui pengamatan langsung selama kegiatan pembelajaran serta wawancara dengan guru Biologi sebagai informan pendukung. Aktivitas yang dilakukan siswa kemudian dibandingkan dengan tahapan kegiatan yang tercantum dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) untuk melihat kesesuaian antara rancangan pembelajaran dan praktik pelaksanaannya di kelas. Berdasarkan hasil pengamatan pada siswa kelas XI MIPA di SMAN 1 Kandat, diperoleh informasi mengenai struktur aktivitas belajar yang meliputi aktivitas awal, aktivitas inti, dan aktivitas penutup.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tahapan aktivitas belajar siswa meliputi: doa, presensi, menyimak penjelasan guru terkait tujuan pembelajaran, mengamati media pembelajaran yang disajikan, menjawab pertanyaan, serta mengikuti diskusi kelas. Meskipun demikian, keterlibatan siswa dalam aktivitas tersebut masih terbatas. Banyak siswa yang tampak pasif dan hanya mengikuti instruksi tanpa menunjukkan inisiatif untuk bertanya, atau menanggapi selama kegiatan pembelajaran berlangsung.

Berdasarkan hasil wawancara, guru menyatakan bahwa siswa akan lebih aktif apabila terdapat kegiatan praktikum, sedangkan pada materi sistem reproduksi manusia belum tersedia aktivitas praktikum yang relevan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Indriastuti, Herlina dan Widiyaningrum (2013) mengungkapkan bahwa sebagian besar siswa menguasai dengan baik kemampuan menemukan permasalahan saat praktikum.

Selain itu, sumber belajar yang digunakan masih bersifat informatif dan belum memberikan pengalaman belajar yang memungkinkan siswa membangun pemahaman secara mandiri. Padahal menurut Hamalik (2010), proses pembelajaran idealnya menekankan pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kemampuan berpikir siswa secara lebih mendalam.

Hasil observasi juga menunjukkan bahwa pembelajaran di kelas masih didominasi pendekatan *teacher-centered*, dimana guru menjadi sumber utama informasi sementara siswa cenderung hanya mendengarkan. Kondisi ini tidak sejalan dengan pandangan Wahyudi (2015) yang menegaskan bahwa peran siswa dalam pembelajaran biologi adalah berusaha secara aktif mengembangkan dirinya di bawah bimbingan guru, bukan sekadar menjadi penerima pengetahuan. Pembelajaran yang berpusat pada guru cenderung membuat siswa pasif dan berakibat pada siswa yang mudah bosan. Siswa yang merasa bosan terhadap suatu pelajaran, kemungkinan besar tidak dapat mengikuti pelajaran dengan baik.

Kondisi tersebut selaras dengan temuan Jayawardana (2017) yang menyatakan bahwa kejenuhan belajar berdampak langsung pada penurunan konsentrasi, sehingga siswa sulit mengikuti penjelasan guru secara optimal. Jika hal ini terjadi secara terus-menerus, motivasi belajar siswa dapat menurun dan kemampuan memahami materi menjadi semakin terbatas. Pada akhirnya, tujuan pembelajaran tidak tercapai karena siswa tidak memperoleh pengalaman belajar yang mendorong keterlibatan kognitif maupun afektif. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang terlalu terpusat pada guru tidak hanya mengurangi partisipasi siswa, tetapi juga menghambat terbentuknya pembelajaran yang bermakna dan berkesadaran sebagaimana dituntut dalam Kurikulum Merdeka.

Selain itu, ditemukan pula bahwa kemampuan numerasi siswa masih rendah, ditunjukkan dengan tidak adanya penggunaan data, grafik, atau tabel dalam proses pembelajaran maupun latihan soal terkait sistem reproduksi manusia. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran belum memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan penalaran matematis dasar yang seharusnya menjadi bagian penting dari pembelajaran biologi. Pada materi sistem reproduksi manusia, analisis grafik hormon, data kesehatan reproduksi, atau penghitungan peluang fertilisasi sebenarnya merupakan contoh nyata yang dapat melatih kemampuan numerasi. Namun, hal tersebut tidak diimplementasikan dalam pembelajaran, sehingga siswa kehilangan kesempatan untuk berlatih mengolah, menafsirkan, dan menggunakan data dalam konteks biologis. Berdasarkan wawancara dengan guru, rendahnya kemampuan literasi dan numerasi siswa juga dipengaruhi oleh kebiasaan membaca yang masih lemah, sehingga mereka kurang terlatih dalam mengolah informasi secara kritis dan analitis. Temuan ini selaras dengan hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022, skor literasi membaca siswa Indonesia hanya mencapai 359 poin, sedangkan literasi matematika 366 poin. Nilai ini berada jauh dibawah rata-rata negara anggota OECD yang masing-masing mencapai 472 dan 475 poin (OECD, 2023).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas belajar siswa pada topik Sistem Reproduksi Manusia masih didominasi oleh kegiatan menyimak penjelasan guru, mengamati media pembelajaran, serta menjawab pertanyaan dasar. Aktivitas belajar bermakna seperti diskusi mendalam, refleksi, dan pemecahan masalah belum terlaksana secara optimal. Aktivitas

numerasi juga belum muncul dalam pembelajaran, ditandai dengan tidak adanya penggunaan grafik, tabel, atau data kuantitatif terkait materi sistem reproduksi manusia. Kondisi ini diperkuat oleh rendahnya kemampuan literasi dan numerasi siswa sebagaimana disampaikan guru selama wawancara. Dengan demikian, pelaksanaan pembelajaran belum sepenuhnya mencerminkan prinsip pembelajaran mendalam maupun penguatan literasi numerasi sebagaimana dituntut dalam Kurikulum Merdeka.

Penelitian ini merekomendasikan pengembangan desain pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran inovatif sesuai dengan kebijakan pemerintah yaitu, pendekatan pembelajaran mendalam. Rekomendasi ini berikan agar dapat menguatkan literasi numerasi serta peningkatan aktivitas belajar siswa secara kolaboratif dan bermakna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Agustina Wulansari, S.Pd selaku guru Biologi di SMAN 1 Kandat atas waktu yang diberikan untuk melaksanakan wawancara, memberikan izin, kesempatan, serta dukungan selama proses pengamatan pembelajaran berlangsung. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Dr. Agus Muji Santoso, S.Pd., M.Si selaku dosen pembimbing I dan Dr. Poppy Rahmatika Primandiri, M.Pd selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan sehingga penelitian dan penyusunan artikel ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang turut membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Kontribusi berbagai pihak tersebut menjadi bagian penting dalam kelancaran pelaksanaan penelitian ini hingga tahap publikasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Economic Co-operation, O., & (OECD), D. (2023). PISA 2022 Results: Factsheets -- Indonesia. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Hamalik, Oemar. (2010). *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Indriastuti, Herlina, L., & Widiyaningrum, P. (2013). Kesiapan Laboratorium Biologi dalam Menunjang Kegiatan Praktikum SMA Negeri di Kabupaten Brebes. *Unnes Journal of Biology Education*, 2(2), 2252-6579.
- Jayawardana, H. B. A. (2017). Paradigma pembelajaran biologi di era digital. *Jurnal Bioedukatika*, 5(1), 12-17.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2025). *Pembelajaran mendalam*. <https://gurudikdas.dikdasmen.go.id/storage/users/3/Berita/2025/PDF/Pembelajaran%20Mendalam.pdf>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2021). *Panduan pembelajaran dan asesmen*. https://repositori.kemdikbud.go.id/25169/1/2203011836-2-PDF_20866.pdf
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2017). *Materi pendukung literasi numerasi*. <https://repositori.kemdikbud.go.id/11628/1/materi-pendukung-literasi-numerasi-rev.pdf>
- Solikhatus, Imah; Slamet Santosa; & Maridi. (2015). Pengaruh Penerapan Reality Based Learning Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas X SMA Negeri 5 Surakarta Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 7 (3), 49-60.
- Wahhyudi, Adi, Marjono, Harlita. (2015). Pengaruh *Problem Based Learning* terhadap Keterampilan Proses Sain dan Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas X SMAN Jumapolo Tahun Pelajaran 2013/2014. Volume 04. No.1. Diakses dari jurnal Wahhyudi, adi, Marjono, Harlita. Volume

Analisis Korelasi Minat Belajar terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Biologi melalui Penerapan Project-Based Learning Berbantuan Aplikasi Kalkulator Hijau

Izza Afkarina^{1*}, Bea Hana Siswati¹

¹ Program studi Pendidikan Biologi, FKIP UNEJ

* Penulis korespondensi: 220210103043@mail.unej.ac.id

ABSTRACT

Creative thinking ability is a crucial 21st-century skill encompassing fluency in generating ideas, flexibility in using various approaches, and originality in producing innovative solutions. This study aims to analyze the relationship between learning interest and students' creative thinking ability in biology through the implementation of a Project-Based Learning (PjBL) model integrated with the Green Calculator application on climate change topics. This quantitative research employed a correlational design involving 60 students from classes X-5 and X-6 at SMA Negeri 3 Jember. Data were collected through a learning interest questionnaire and a creative thinking ability test, then analyzed using correlation and simple linear regression tests. The results indicated a significant relationship between learning interest and creative thinking ability ($p = 0.000$), with learning interest contributing 99.5% to creative thinking, while other factors accounted for 0.5%. These findings suggest that enhancing students' learning interest through technology-integrated PjBL can effectively foster their creative thinking in addressing contextual biological issues such as climate change.

Key words:

Learning interest, creative thinking ability, Project-Based Learning, green calculator, climate change

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/05/2026

PENDAHULUAN

Minat belajar sangat penting dalam proses pendidikan karena minat belajar yang tinggi pada materi pembelajaran maupun proses pembelajaran dapat meningkatkan motivasi siswa, keterlibatan siswa, pemahaman siswa serta hasil belajar siswa (Magdalena *et al.*, 2021). Indikator rendahnya minat belajar siswa dapat ditandai dengan rendahnya perhatian siswa saat guru menjelaskan dan kurangnya partisipasi siswa dalam kegiatan pembelajaran dan kegiatan diskusi dalam kelas (Saputro *et al.*, 2022). Minat belajar dan berpikir kreatif memiliki hubungan yang berkaitan. Apabila minat belajar tinggi mampu meningkatkan motivasi siswa dalam proses pembelajaran, jika minat belajar dan motivasi belajar tinggi maka akan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa, sebaliknya jika suasana belajar kurang menarik dapat mengurangi minat dan kreativitas siswa dalam belajar (Wulandari dan Nisrina, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Tang *et al.* (2025) menegaskan bahwa keterlibatan belajar merupakan faktor

kunci yang menjembatani motivasi dengan kemampuan berpikir kreatif. Semakin tinggi keterlibatan siswa, semakin besar peluang mereka mengekspresikan kemampuan kreatif.

Kemampuan berpikir kreatif merupakan perubahan pola tingkah laku yang menuju ke arah yang berkualitas dan dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya minat belajar (Akbar *et al.*, 2023). Kreativitas merupakan komponen penting dalam proses belajar karena mendorong siswa untuk berpikir fleksibel, menemukan alternatif solusi, dan membangun pemahaman yang lebih dalam dalam Lopez *et al.* (2024). He dan Chiang (2024) juga menjelaskan bahwa mindset kreatif tidak bekerja secara langsung dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif, tetapi pengaruhnya dimediasi oleh motivasi untuk berkreasi. Individu dengan *growth creative mindset* cenderung memiliki motivasi kreatif yang lebih tinggi, sehingga lebih mampu menghasilkan ide yang orisinal dan fleksibel.

Berdasarkan observasi langsung di SMAN 3 Jember tempat penelitian dilakukan, ditemukan bahwa minat belajar siswa pada mata pelajaran Biologi tergolong rendah. Hal ini terlihat dari kurangnya antusiasme siswa saat mengikuti pembelajaran, minimnya pertanyaan atau tanggapan selama diskusi kelas, serta rendahnya partisipasi dalam kegiatan pembelajaran. Beberapa siswa menyatakan bahwa materi Biologi terasa sulit dipahami dan tidak menarik karena disampaikan secara monoton tanpa keterkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Adanya penelitian yang menggunakan penerapan *Project Based Learning* berbantuan aplikasi kalkulator hijau dapat membantu siswa dalam memahami materi dan mengaitkan dengan kehidupan sehari-hari.

Pencapaian hasil belajar yang optimal tidak terlepas dari penggunaan model pembelajaran yang tepat. *Project Based Learning* (PjBL) merupakan salah satu model yang dapat meningkatkan ketertarikan siswa, sebab pendekatan berbasis proyek membuat mereka aktif berpartisipasi dan mendorong berkembangnya rasa ingin tahu (Irfana *et al.*, 2022). Selain itu, PjBL juga berperan penting dalam meningkatkan pola pikir kreatif siswa karena siswa didorong untuk terlibat dalam proyek nyata yang membutuhkan kreativitas untuk memecahkan masalah sehingga mampu menimbulkan pola pikir kreatif siswa. Namun, pada penelitian Sánchez-García dan Reyes-de-Cózar (2025) menegaskan bahwa PjBL efektif dalam meningkatkan keterampilan seperti keterampilan kognitif, implementasi di sekolah sering terkendala sumber daya sehingga dampaknya kurang optimal. Hal ini ditegaskan juga oleh Bordbar *et al.* (2025) yang mengatakan bahwa pelaksanaan PjBL dalam pembelajaran sering terkendala waktu dan sumber daya sehingga membutuhkan kesiapan dari guru dan siswa agar dapat berjalan optimal. Dari uraian yang telah dikemukakan, studi ini diarahkan untuk menelaah sejauh mana minat belajar berkorelasi dengan prestasi belajar siswa SMA pada mata pelajaran Biologi. Penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi guru sebagai dasar dalam mengembangkan langkah-langkah untuk menumbuhkan minat belajar siswa sehingga hasil belajar Biologi dapat lebih maksimal.

METODE

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian kuantitatif dengan pendekatan korelasional. Tujuan penelitian ini adalah untuk memahami hubungan antara minat belajar dan kemampuan berpikir kreatif biologi melalui penerapan *Project Based Learning* (PjBL) menggunakan aplikasi kalkulator hijau. Dalam penelitian ini, minat belajar disebut sebagai variabel "bebas" (X), sedangkan kemampuan berpikir kreatif biologi disebut sebagai variabel "terikat" (Y). Penelitian ini dilakukan terhadap siswa kelas X MIPA SMA Negeri 3 Jember pada semester pertama tahun ajaran 2025–2026. Sebagai subjek penelitian, siswa kelas X MIPA tahun ajaran 2025–2026 dibagi menjadi dua kelompok. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan *post test* sebagai penilaian hasil belajar dan angket sebagai penilaian belajar. Tiga fase proses penelitian adalah analisis data, pelaksanaan, dan persiapan. Berbagai teknik statistik digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel prediktor (minat belajar) dan

kriterium (kemampuan berpikir kreatif biologi). Analisis dimulai dengan uji perseptual, yang meliputi normalitas dan linearitas, dan dilanjutkan dengan analisis korelasi dan regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan antara minat belajar dengan hasil belajar dan minat belajar dengan keterampilan berpikir kreatif. Analisis data yang dilakukan diantaranya diawali dengan uji prasyarat yakni uji normalitas dan linearitas kemudian dilanjutkan dengan uji hipotesis yaitu uji korelasi dan regresi linier sederhana. Untuk menentukan apakah data terdistribusi normal dilakukan uji normalitas yaitu uji kolmogorov smirnov pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis uji normalitas

Variabel	N	Sig. (Kolmogorov-smirnov)	Keterangan
Minat Belajar	60	0.064	Normal
Berpikir Kreatif	60	0.200	Normal

Berdasarkan hasil uji normalitas yang ditunjukkan pada Tabel 1 tepatnya pada kolom Asymp. Sig. (2-tailed) nilai x1 0.064 dilanjutkan nilai y2 0.200 sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut terdistribusi normal karena tingkat signifikansi lebih besar dari 0,05 (Habibzadeh, 2024). Setelah data berdistribusi normal, analisis dilanjutkan dengan uji linearitas untuk menentukan apakah variabel minat (X) dengan kemampuan berpikir kreatif (Y) memiliki hubungan linear.

Tabel 2. Hasil uji linearitas

Variabel X-Y	Sig. Linearity	Sig. Deviation from Linearity	Keterangan
Minat Belajar – Kemampuan Berpikir Kreatif	0.000	0.329	Linear

Hasil uji linearitas yang ditunjukkan pada Tabel 2 tepatnya pada kolom signifikansi linearity menunjukkan bahwa tingkat signifikansi linearitas berada di kisaran 0,00 ($< 0,05$), sehingga dapat disimpulkan terdapat hubungan yang linear antara variabel minat belajar dan kemampuan berpikir kreatif. Berdasarkan hasil uji normalitas dan linearitas, analisis data kemudian dilanjutkan dengan uji hipotesis melalui korelasi. Hasil uji korelasi yang ditampilkan pada Tabel 3 menunjukkan nilai koefisien r sebesar 0,998 dengan signifikansi 0,00 ($< 0,05$). Temuan ini mengindikasikan adanya hubungan positif yang kuat antara minat belajar dengan kemampuan berpikir kreatif.

Tabel 3. Hasil uji korelasi

Variabel X-Y	R (Pearson)	Sig.	Interpretasi
Minat Belajar – Kemampuan Berpikir Kreatif	0.998	0.000	Korelasi positif kuat

Setelah menetapkan hubungan yang signifikan antara kedua variabel, analisis dilanjutkan menggunakan regresi linier untuk menentukan bagaimana minat belajar memengaruhi kemampuan berpikir kreatif. Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada Tabel 4, koefisien determinasi (R^2) adalah sekitar 0,995. Dengan kata lain, kemampuan berpikir kreatif berkontribusi 99,5% terhadap kemampuan berpikir kreatif biologi, sedangkan faktor-faktor lain di luar ruang lingkup penelitian memengaruhi 0,5%. Uji F menghasilkan hasil sebesar 11947.414 dengan tingkat signifikansi 0,000 ($< 0,05$), yang menunjukkan bahwa model regresi linier yang digunakan dalam penelitian ini signifikan. Analisis regresi yang dilakukan adalah $Y = 1,445 + 0,984X$, yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu unit skor belajar akan menghasilkan peningkatan kemampuan berpikir kreatif biologi sekitar 0,984.

Tabel 4. Hasil uji regresi linier sederhana

Variabel	Koefisien Regresi (B)	t hitung	Sig	R	R^2	F	Sig. F
Konstanta (a)	50.607	10.194	0.000	0.998	0.995	11947.414	0.000
X (Minat Belajar)	0.415	6.977	0.000				

Temuan studi ini menunjukkan adanya hubungan positif yang sangat kuat antara minat belajar dan kemampuan berpikir kreatif melalui implementasi model *Project Based Learning* berbasis aplikasi Kalkulator Hijau. Hal tersebut dibuktikan oleh nilai korelasi 0,998 dengan tingkat signifikansi 0,000 yang berada di bawah batas 0,05. Hasil ini sejalan dengan Wulandari dan Nisrina (2023), yang menjelaskan bahwa minat belajar berkontribusi secara signifikan terhadap perkembangan kemampuan berpikir kreatif. Semakin tinggi minat belajar siswa, semakin besar dorongan internal mereka untuk belajar, yang pada akhirnya meningkatkan kreativitas berpikir.

Hasil analisis regresi linier sederhana menunjukkan bahwa minat belajar memberikan kontribusi sebesar 99,5% terhadap kemampuan berpikir kreatif dalam pembelajaran Biologi. Sementara itu, hanya 0,5% dipengaruhi oleh variabel lain seperti kondisi lingkungan belajar serta dukungan keluarga maupun teman sebaya. Adapun model regresi yang diperoleh, yaitu $Y = 1,445 + 0,984X$, mengindikasikan bahwa setiap kenaikan satu poin pada skor minat belajar akan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif Biologi sebesar 0,984. Temuan ini konsisten dengan penelitian Setiamurti *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa minat akademik bersama perilaku guru yang mendorong kreativitas memberikan pengaruh sebesar 48% terhadap keterlibatan belajar siswa.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menunjukkan hubungan positif yang kuat antara minat belajar dengan kemampuan berpikir kreatif biologi. Penelitian sebelumnya oleh Pont-niclòs *et al.* (2024) juga menemukan hubungan positif antara minat belajar terhadap sains dan kreativitas ilmiah siswa. Hasil ini sejalan dengan teori yang disampaikan oleh Qian *et al.*, (2023) yakni minat belajar mampu berdampak secara langsung maupun tidak langsung terhadap kreativitas serta dapat meningkatkan performa kreatif siswa. Di samping itu, Anisa *et al.* (2023) menyampaikan bahwa penerapan model PjBL secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. PjBL mendorong kerja sama tim, pemecahan masalah, dan penyelesaian proyek, yang menjadikan siswa lebih aktif, terampil dalam berkomunikasi, serta mampu membangun pemahaman yang lebih kuat. Menurut Zebua (2025) Teknologi mampu meningkatkan keterlibatan siswa dan memberikan fleksibilitas dalam proses belajar sehingga mampu meningkatkan minat belajar serta dapat berdampak terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. Pernyataan tersebut sejalan dengan Fitzgerald dan Evans (2024) yang menegaskan

bahwa integrasi teknologi dalam model PjBL sains mampu meningkatkan pemahaman, keterlibatan siswa namun tetap membutuhkan guru sebagai fasilitator. Selain itu, Nurdin *et al.* (2025) juga menegaskan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman konsep. Adanya bantuan dari aplikasi kalkulator hijau siswa dapat lebih mudah memahami konsep biologi khususnya pada materi perubahan iklim dan mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari.

Integrasi teknologi dapat memperkuat keterlibatan siswa dan mempermudah siswa dalam mengaitkan konsep biologi dengan fakta dilapang. Analisis dari penelitian sebelumnya oleh Melina *et al.* (2023) menegaskan bahwa PjBL memiliki dampak besar terhadap pembelajaran biologi. Sejalan dengan kedua penelitian sebelumnya, Hidayah *et al.* (2024) juga melaporkan bahwa penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) pada materi ekosistem memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan siswa. Penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya dengan lingkup yang lebih luas, yaitu menunjukkan bahwa integrasi teknologi sederhana, seperti penggunaan kalkulator hijau, mampu mempererat keterkaitan antara minat belajar dan kemampuan berpikir kreatif. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya dilakukan pada satu sekolah dengan jumlah sampel sebanyak 60 siswa. Oleh sebab itu, generalisasi temuan ini masih terbatas dan diperlukan penelitian lanjutan pada konteks sekolah yang lebih beragam dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang lebih kompleks.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini menunjukkan adanya hubungan positif antara minat belajar dengan kemampuan berpikir kreatif biologi yang menerapkan Project Based Learning (PjBL) menggunakan aplikasi Kalkulator Hijau. Hal ini didukung oleh koefisien korelasi sebesar 0,998 dengan tingkat signifikansi 0,000 ($< 0,05$) dan kontribusi pembelajaran sebesar 99,5% terhadap kemampuan berpikir kreatif. Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) yang difasilitasi oleh aplikasi Kalkulator Hijau dapat meningkatkan minat belajar siswa karena membantu mereka menelaah konsep-konsep biologi dan mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada kepala sekolah dan waka kurikulum serta guru biologi SMAN 3 Jember yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di SMAN 3 Jember. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada siswa siswa SMAN 3 Jember khususnya kelas X-6 dan X-7 yang telah bersedia menjadi subjek penelitian penulis. Selain itu, Penulis mengucapkan terimakasih kepada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember atas arahan, bimbingan, dan fasilitas yang diberikan selama penyusunan penelitian ini khususnya dosen pembimbing penulis yaitu Dr. Bea Hana Siswati, S.Pd., M.Pd yang telah membimbing dan mendukung penulis dalam menyelesaikan artikel ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Akbar, N. N., Herdijanti, & Savitri, E. N. 2023. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Minat Belajar Siswa Melalui Think Pair Share (TPS) Pada Materi Bumi dan Tata Surya Kelas VII A SMP Negeri 3. *Prosiding Seminar Nasional IPA XIII*, 142–156.
- Anisa, N., Hijriyah, U., Diani, R., Fujiani, D., & Velina, Y. 2023. *Project Based Learning Model: Its Effect In Improving Students' Creative Thinking Skills*. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 06(1), 73–81.
- Bordbar, S., Mirzaei, S., Bahmaei, J., Atashbahar, O., & Yusefi, A. R. 2025. *Predicting Students' Academic Performance Based On Academic Identity, Academic Excitement, And Academic Enthusiasm: Evidence From A Cross-Sectional Study In A Developing Country*. *BMC Medical Education*, 25(1).

- Fitzgerald, M. S., & Evans, K. B. 2024. *Integrating Digital Tools to Enhance Access to Learning Opportunities in Project-based Science Instruction*. *TechTrends*, 68(5), 1–10.
- Habibzadeh, F. 2024. *Data Distribution : Normal or Abnormal? JKMS*, 39(3), 1–8.
- He, W., & Chiang, T. 2024. *From Growth and Fixed Creative Mindsets to Creative Thinking : an Investigation of The Mediating Role of Creativity Motivation*. *Frontiers in Psychology*, 1–11.
- Hidayah, M. U., Kuswanto, H., Jumadi, & Khotimah, K. 2024. *Integration Review of Project Based Learning in Biology Education : A Systematic Literature Synthesis of Education Levels , Biology Subdisciplines , Research Methodologies and Learning Competencies*. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 6(2), 1–19.
- Irfana, S., Attalina, S. N. C., & Widiyono, A. 2022. Efektifitas Model Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) Dalam Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar Siswa Di Sekolah Dasar. *Journal of Professional Elementary Education*, 1(1), 1–20.
- Lopez, U. H., Vaquez-Vilchez, M., & Salmeron-Vilechez, P. 2024. *The Contributions of Creativity to the Learning Process within Educational Approaches for Sustainable Development and/or Ecosocial Perspectives: A Systematic Review*. *Education Sciences*, 14(824), 1–21.
- Magdalena, I., Fatakhatu Shodikoh, A., Pebrianti, A. R., Jannah, A. W., & Susilawati, I. 2021. Pentingnya Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa SDN Meruya Selatan 06 PAGI. *EDISI : Jurnal Edukasi Dan Sains*, 3(2), 312–325.
- Melina, M. M., Zuhro, M. V., Siregar, N., Ristanto, R., & Isfaeni, H. 2023. Project Base Learning (PjBL) Model In Biology Learning Concept: A Meta-Analysis. *Bio-Lectura : Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 65–73.
- Nurdin, A. M., Gofur, A., Sari, M. S., & Munzil. 2025. *Technology-supported Differentiated Biology Education : Trends, Methods, Content, and Impacts*. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(3), 1–18.
- Pont-niclòs, I., Martín-ezpeleta, A., & Echegoyen-sanz, Y. 2024. *Scientific Creativity in Secondary Students and Its Relationship With STEM-Related Attitudes, Engagement and Work Intentions*. *Frontiers in Education*, 1–13.
- Qian, J., Li, X., Liu, T., Zhang, M., & Li, K. 2023. *Direct And Indirect Effects Of Self-Directed Learning On Creativity In Healthcare Undergraduates : A Chain Mediation Model Of Openness To Challenge And Diversity And Creative Self-Efficacy*. *Frontiers in Psychology*, 1–12.
- Sánchez-García, R., & Reyes-de-Cózar, S. 2025. *Enhancing Project-Based Learning: A Framework for Optimizing Structural Design and Implementation—A Systematic Review with a Sustainable Focus. Sustainability (Switzerland)*, 17(11), 1–24.
- Saputro, W. A., Setiawan, D., & Riswari, L. A. 2022. Rendahnya Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika Di Kelas VI SDN Karanganyar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(5), 5128–5135.
- Setiamurti, A., Salim, R. M. A., Mangunsong, F. M., Safitri, S., Mufidah, A. A., & Normawati, M. 2023. *Academic Motivation, Perceived Creativity Fostering Teacher Behavior, and Student Engagement in Online Statistics Course of Indonesian Undergraduates : An Investigation of Relations and Predictability*. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 9(2), 421–433.
- Wulandari, H., & Nisrina, D. A. Z. 2023. Hubungan Kreativitas Dan Inovatif Guru Dalam Mengajar Di Kelas Terhadap Peningkatan Motivasi Dan Minat Belajar Peserta Didik Hayani Wulandari 1 , Dhen Agniya Zahra Nisrina 2 Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Purwakarta. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(16), 345–354.
- Zebua, N. 2025. Integrasi Teknologi Digital dalam Pembelajaran Biologi : Analisis Kualitatif terhadap Pemahaman Konseptual dan Keterampilan Abad 21. *Edukasi Elita: Jurnal Inovasi Pendidikan*, 2(2), 53–64.

PROFIL AKTIVITAS BELAJAR SISWA MAN 2 KOTA KEDIRI PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI PADA TOPIK EVOLUSI

Baharudin Juni Hermawan¹, Ida Rahmawati¹, Agus Muji Santoso¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: agusmujisantoso@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to reveal the profile of student learning activities in biology subjects. This study is a case study conducted at MAN 2 Kota Kediri, in class XII MIPA 2 on the biology subject of evolution, during March 2025. The data collected by the researcher are stages of student learning activities. The data was obtained using unstructured classroom observation techniques. The data were analyzed descriptively by comparing the stages of observed learning activities with the learning stages in the lesson plan made by the teacher. This study revealed that the stages of student learning news include: checking the tidiness of themselves and the room before starting the lesson, listening to the teacher about the learning objectives, listening to the teacher about the latest news, listening to learning materials, answering questions on the board, writing materials, and concluding the learning results with the teacher. This study recommends that the allocation of student discussion time needs to be increased, students need to be taught in groups to solve problems, students still do not get the opportunity to present the results of the discussion, have not got the opportunity to share ideas with friends.

Key words:

learning resources, student learning activities, in-depth learning

Riwayat artikel

Diterima:23/11/2026

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Aktivitas belajar siswa merupakan cerminan dari kualitas interaksi antara guru, peserta didik, dan materi pembelajaran. Dalam konteks pembelajaran biologi, aktivitas ini tidak hanya mencakup mendengarkan penjelasan guru atau mencatat materi, tetapi juga melibatkan proses berpikir kritis, eksplorasi konsep, diskusi, dan refleksi terhadap fenomena alam yang kompleks (Lestari & Irawati, 2020; Saputri *et al.*, 2025). Oleh karena itu, memahami bagaimana siswa beraktivitas selama pembelajaran menjadi penting untuk memastikan bahwa proses belajar tidak sekadar berlangsung secara formal, tetapi juga bermakna dan memberdayakan.

Di tengah tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berdiferensiasi dan berpusat pada siswa, guru ditantang untuk merancang pengalaman belajar yang mampu mengakomodasi keunikan, minat, dan kebutuhan belajar peserta didik (Darmawan *et al.*, 2024; Safitri & Raharjo, 2024). Namun, dalam praktiknya, tidak semua aktivitas belajar yang dirancang dalam rencana pembelajaran dapat terimplementasi secara utuh di kelas. Berbagai faktor seperti

keterbatasan waktu, dinamika kelas, dan kesiapan siswa dapat memengaruhi bagaimana pembelajaran berlangsung secara nyata (Rakhmawati & Azmi, 2016).

Salah satu tantangan yang sering muncul adalah kesenjangan antara rencana pembelajaran yang bersifat ideal dengan realitas aktivitas belajar siswa di kelas. Misalnya, meskipun guru telah merancang kegiatan diskusi kelompok atau presentasi hasil pemikiran, belum tentu siswa mendapatkan ruang dan waktu yang cukup untuk melakukannya. Hal ini dapat berdampak pada terbatasnya kesempatan siswa untuk mengembangkan keterampilan kolaboratif, kemampuan komunikasi ilmiah, serta keberanian mengemukakan pendapat (Aini *et al.*, 2022; Wardani *et al.*, 2021).

Dalam konteks tersebut, penting untuk melakukan kajian yang mendalam terhadap profil aktivitas belajar siswa secara nyata di kelas. Kajian semacam ini dapat memberikan gambaran konkret tentang bagaimana siswa terlibat dalam proses pembelajaran, tahapan-tahapan apa saja yang mereka jalani, serta sejauh mana aktivitas tersebut selaras dengan tujuan pembelajaran yang telah dirancang. Dengan memahami dinamika ini, guru dan pemangku kebijakan pendidikan dapat merumuskan strategi yang lebih tepat untuk menciptakan pembelajaran biologi yang lebih partisipatif, reflektif, dan kontekstual (Anggraini *et al.*, 2020; Restiana, 2021).

Penelitian ini hadir untuk menjawab kebutuhan tersebut, dengan fokus pada penggambaran profil aktivitas belajar siswa dalam pembelajaran biologi pada topik evolusi. Melalui pendekatan studi kasus dan observasi langsung di kelas, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola-pola aktivitas belajar yang muncul, serta mengkaji bagaimana aktivitas tersebut mencerminkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar refleksi dan pengembangan praktik pembelajaran yang lebih efektif dan bermakna di masa mendatang.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis studi kasus yang dilaksanakan di MAN 2 Kota Kediri, pada kelas XII MIPA 2 yang terdiri dari 36 siswa, dengan fokus pada topik evolusi yang diajarkan selama bulan Maret 2025. Pengumpulan data dilakukan melalui teknik observasi kelas secara tidak terstruktur. Observasi dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung, dengan mencatat secara rinci tahapan-tahapan aktivitas yang dilakukan siswa, mulai dari awal hingga akhir pembelajaran.

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar catatan observasi siswa dan desain rancangan pembelajaran (RPP). Bahan lain yang mendukung proses penelitian meliputi perangkat pembelajaran yang digunakan guru, seperti media ajar, papan tulis, dan materi evolusi yang disampaikan selama proses pembelajaran (Darmawan *et al.*, 2024; Safitri & Raharjo, 2024).

Tahapan penelitian dimulai dengan persiapan observasi, yaitu identifikasi jadwal pembelajaran dan koordinasi dengan guru mata pelajaran. Selanjutnya, peneliti melakukan observasi langsung di kelas selama beberapa kali pertemuan, mencatat aktivitas belajar siswa secara langsung. Setelah data observasi terkumpul, peneliti melakukan analisis deskriptif dengan membandingkan tahapan aktivitas belajar yang diamati dengan tahapan pembelajaran yang tercantum dalam RPP guru.

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis komparatif-deskriptif. Peneliti mengelompokkan data observasi ke dalam tahapan-tahapan aktivitas belajar, kemudian membandingkannya dengan tahapan yang dirancang dalam rencana pembelajaran. Dari proses ini, peneliti mengidentifikasi kesesuaian dan ketidaksesuaian antara praktik pembelajaran dan perencanaan, serta merumuskan rekomendasi untuk pengembangan strategi pembelajaran

yang lebih partisipatif dan kolaboratif (Saputri *et al.*, 2025; Aini *et al.*, 2022). Melalui metode ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran konkret tentang bagaimana siswa beraktivitas dalam pembelajaran biologi, serta menjadi dasar refleksi bagi guru dalam merancang pembelajaran yang lebih kontekstual dan bermakna

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa memulai pembelajaran dengan memeriksa kerapian diri dan ruang kelas. Aktivitas ini tampak sederhana, namun mencerminkan kesiapan mental dan fisik untuk belajar. Selanjutnya, siswa menyimak guru yang menyampaikan tujuan pembelajaran dan mengaitkannya dengan berita terkini. Penyampaian berita ini menjadi pintu masuk yang menarik, karena mampu membangun koneksi antara materi evolusi dengan konteks dunia nyata (Wardani *et al.*, 2021).

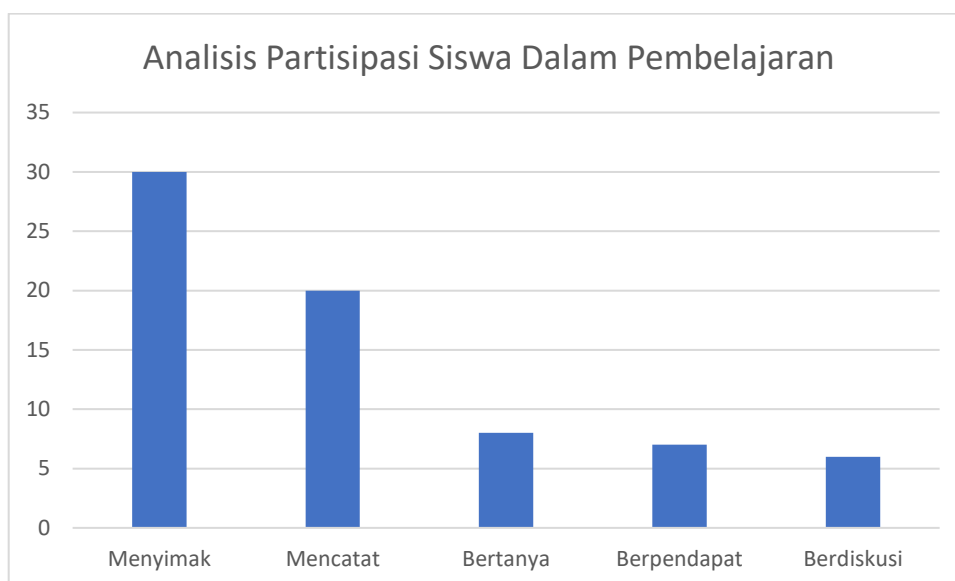
Setelah itu, siswa menyimak materi inti yang disampaikan guru, menjawab soal yang ditulis di papan tulis, menyalin materi ke buku catatan, dan menyimpulkan hasil pembelajaran bersama guru. Seluruh tahapan ini terdapat pada tabel 1 menunjukkan bahwa siswa mengikuti alur pembelajaran dengan cukup tertib dan responsif, meskipun sebagian besar aktivitas bersifat reseptif dan individual (Anggraini *et al.*, 2020).

Tabel 1. Alur Aktivitas Pembelajaran Biologi Topik Evolusi

Tahapan	Urutan	Aktivitas
Aktivitas Pembuka	1	Siswa memeriksa kerapian diri dan ruangan
	2	Siswa dan guru berdoa bersama mengawali pembelajaran
	3	Siswa menyimak tujuan pembelajaran dan berita terkini yang berkaitan dengan topik yang disampaikan guru,
Aktivitas Inti	4	siswa menyimak materi pembelajaran dari guru
	5	siswa menjawab soal dari guru di papan tulis
Aktivitas Penutup	6	siswa menyimpulkan hasil pembelajaran dan refleksi bersama guru

Ketika aktivitas belajar siswa dibandingkan dengan tahapan dalam rencana pembelajaran (RPP) yang disusun guru, ditemukan kesesuaian dengan RPP. Selama observasi berlangsung, ketiadaan diskusi menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi oleh pendekatan *teacher-centered*. Siswa belum diberi ruang untuk mengeksplorasi gagasan secara mandiri maupun kolaboratif. Padahal, topik evolusi sangat kaya akan potensi diskusi, seperti perdebatan ilmiah, studi kasus fosil, dan dampak evolusi terhadap keanekaragaman hayati (Restiana, 2021; Wulandari & Rachmadiarti, 2025).

Keterlibatan siswa dalam pembelajaran tampak tinggi pada aspek menyimak sejumlah 30 siswa dan mencatat sejumlah 20 siswa, namun rendah pada aspek berdiskusi atau kolaborasi sejumlah 6 siswa dan komunikasi meliputi bertanya sejumlah 8 siswa dan berpendapat sejumlah 7 orang. Aktivitas seperti menjawab soal di papan menunjukkan keberanian individu, tetapi belum cukup untuk membangun interaksi sosial dan akademik yang lebih luas. Siswa belum mendapatkan kesempatan untuk menyampaikan pendapat, bertanya, atau menanggapi gagasan teman. Hal ini mengindikasikan bahwa pembelajaran belum sepenuhnya mendorong siswa menjadi subjek aktif dalam proses belajar (Afifah *et al.*, 2022; Aini *et al.*, 2022). Padahal, dalam konteks Kurikulum Merdeka dan tuntutan pembelajaran abad 21, siswa perlu dilatih untuk berpikir kritis, bekerja sama, dan berkomunikasi secara efektif (Saputri *et al.*, 2025; Kusuma & Fitrihidajati, 2024).



Gambar 1. Grafik Analisis Partisipasi Siswa Dalam Pembelajaran

Rekomendasi Strategi Perbaikan

- Menambah alokasi waktu untuk diskusi kelompok, agar siswa dapat membangun pemahaman melalui interaksi dan eksplorasi gagasan (Wardani *et al.*, 2021).
- Memberi kesempatan kepada siswa untuk mempresentasikan hasil diskusi, baik secara lisan maupun visual, guna melatih keterampilan komunikasi dan rasa percaya diri (Saputri *et al.*, 2025).
- Mendorong pertukaran gagasan antar siswa, misalnya melalui debat, forum terbuka, atau peer teaching (Aini *et al.*, 2022).
- Menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah (*Problem-Based Learning*) yang relevan dengan isu evolusi, seperti kontroversi ilmiah, dampak lingkungan, atau studi kasus lokal (Wulandari & Rachmadiarti, 2025).
- Adanya pengembangan media ajar yang relevan dengan kebutuhan, misalnya pengembangan media ajar dalam bentuk LKPD, peraga, dan media ajar lain yang kontekstual (Alwada, 2024; Kusuma & Fitrihidajati, 2024; Rohmania *et al.*, 2022).

SIMPULAN

Berdasarkan Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa aktivitas belajar siswa kelas XII MIPA 2 MAN 2 Kota Kediri pada mata pelajaran Biologi topik evolusi masih didominasi oleh pendekatan yang berpusat pada guru. Siswa menunjukkan keterlibatan dalam menyimak, menulis, dan menjawab soal, namun belum mendapatkan ruang yang cukup untuk berdiskusi, bertukar gagasan, maupun mempresentasikan hasil pemikiran secara mandiri atau kelompok.

Kesenjangan antara rencana pembelajaran yang disusun guru dan praktik di kelas menjadi sorotan utama. Meskipun guru telah merancang pembelajaran yang melibatkan diskusi dan presentasi, pelaksanaannya belum sepenuhnya terealisasi. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran belum memberi ruang yang cukup bagi siswa untuk menjadi pembelajar aktif dan kolaboratif. Untuk menjawab tantangan tersebut, rekomendasi solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini mencakup beberapa langkah strategis. Dengan menerapkan solusi tersebut, pembelajaran Biologi tidak hanya menjadi sarana transfer pengetahuan, tetapi juga ruang tumbuh bagi siswa untuk berpikir kritis, berkomunikasi, dan bekerja sama. Penelitian ini menegaskan bahwa pembelajaran yang bermakna lahir dari interaksi yang hidup antara guru,

siswa, dan konteks, serta dari keberanian untuk mengubah rutinitas menjadi ruang refleksi dan kolaborasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak Agus Muji Santoso dan Ibu Ida Rahmawati selaku dosen pembimbing atas arahan dalam proses penyusunan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada ibu Mardiyah selaku guru pendamping yang membantu kelancaran dalam proses perolehan data selama observasi penelitian di Madrasah Aliyah.

DAFTAR RUJUKAN

- Afifah, I. N., Nurmilawati, M., & Primandiri, P. R. 2022. *Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Model Pembelajaran ASICC untuk Meningkatkan Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa SMAN 1 Kediri* (Doctoral dissertation, Universitas Nusantara PGRI Kediri).
- Aini, A. N., Nurmilawati, M., & Primandiri, P. R. 2022. *Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas XI MIPA 3 SMA Negeri 7 Kediri Menggunakan Model Pembelajaran Asicc Berbasis Lesson Study* (Doctoral Dissertation, Universitas Nusantara PGRI Kediri).
- Alwada, I. 2024. *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) IPA SMP/MTs Berbasis Socio Scientific Issues (SSI) Pada Materi Ekosistem* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Anggraini, A. I., Suwanto, S., & Iskandar, D. 2020. Analisis aktivitas pembelajaran biologi pada google classroom di masa pandemi covid-19. *Jurnal Pendidikan Surya Edukasi*, 6(2): 168-174.
- Darmawan, E., Rachman, F., & Sukmawati, I. 2024. Analisis kesulitan guru biologi dalam mengembangkan modul ajar pada Kurikulum Merdeka di Sekolah Penggerak Kabupaten Temanggung. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1): 221-240.
- Kusuma, A. M., & Fitrihidajati, H. 2024. Pengembangan Flipbook Ekosistem Berbasis Problem Based Learning untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(1): 155-163.
- Lestari, D. G., & Irawati, H. 2020. Literature Review: Peningkatan Hasil Belajar Kognitif Dan Motivasi Siswa Pada Materi Biologi Melalui Model Pembelajaran Guided Inquiry. *BIOMA: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 2(2): 51-59.
- Rahmawati, S., & Azmi, N. 2016. Analisis Pelaksanaan Kurikulum 2013 Ditinjau Dari Standar Proses Dalam Pembelajaran Biologi Kelas X di SMA Negeri 1 Krangkeng. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 5(2): 156-164.
- Restiana, V. 2021. *Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Materi Ekosistem Untuk Siswa Kelas X SMA Negeri 2 Menggala Tahun Pelajaran 2020/2021* (Doctoral dissertation, IAIN Metro).
- Rohmania, Q. N., Nurmilawati, M., & Primandiri, P. R. 2022. *Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Asicc Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X Di Sman 1 Kediri* (Doctoral Dissertation, Universitas Nusantara PGRI Kediri).
- Safitri, A. R., & Raharjo, R. 2024. Analisis Kesesuaian Modul Ajar Biologi Kelas X SMA Negeri 1 Puri Mojokerto dalam Penerapan Kurikulum Merdeka. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(1): 127-134.
- Saputri, B. B., Rahardjanto, A., & Hudha, A. M. 2025. *Pengaruh Model Pembelajaran Oidde Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis, Kolaborasi Dan Sikap Etis Peserta Didik Kelas X Sma Negeri 1 Praya Barat Kabupaten Lombok Tengah Provinsi Ntb* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang).
- Wardani, M. K., Raharjo, R. L., & Raida, S. A. 2021. Analisis pembelajaran biologi melalui film animasi hataraku saibou. *Diklabio Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi*, 5(2): 250.
- Wulandari, F., & Rachmadiarti, F. 2025. E-Book Interaktif PBL (Problem Based Learning) pada Materi Ekosistem untuk Melatihkan Keterampilan Literasi Sains Siswa Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 14(3): 680-690.

Revolusi Pembelajaran Biologi dengan media pembelajaran Assembler Edu melalui *smart card* berbasis *Augmented Reality* (AR)

Melsanda Aprilina¹, Bea Hana Siswati¹

¹ Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Jember, Jember Indonesia

*Penulis korespondensi: melsa2004april@gmail.com

ABSTRACT

The 21st century is characterized by rapid technological advancements that drive transformation in the field of education. Pedagogical innovation is essential to create relevant, contextual, and engaging learning experiences, particularly in topics such as the skeletal system, which requires concrete visualization to enhance students' understanding. The limitations of conventional media often hinder the achievement of optimal learning outcomes. This study aims to develop and evaluate the validity, practicality, and effectiveness of the Assembler Edu learning media integrated with Augmented Reality (AR) through smart cards. The research employed a Research and Development (R&D) approach using the 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate) and a One-Group Pretest–Posttest design involving two classes of grade XI science students at SMA Negeri 3 Jember. Research instruments included expert validation sheets, student response questionnaires, and learning achievement tests (pretest and posttest). Data were analyzed using percentage formulas for validity and practicality, and the N-Gain score to determine learning improvement. The results revealed that Assembler Edu was highly valid (94.9%), very practical (83.7% positive responses), and effective in improving students' learning outcomes, with N-Gain scores categorized as moderate to high. Therefore, Assembler Edu is considered a feasible and innovative learning medium that effectively supports interactive biology learning aligned with the demands of the digital era.

Key words:

Interactive Learning Media, Augmented Reality (AR), Smart Card, Learning Outcomes, Skeletal System

Riwayat artikel

Diterima:18/11/2026

Diperbaiki:

Terbit:8/5/2025

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi abad ke-21 telah mempengaruhi berbagai bidang, termasuk pendidikan. Proses belajar kini dituntut menyesuaikan kebutuhan peserta didik yang semakin dekat dengan teknologi digital (Subroto *et al.*, 2023). Hal ini sejalan dengan pandangan global bahwa teknologi modern mampu menggantikan cara konvensional dan membuat pembelajaran lebih efektif (Faisal & Kisman, 2020; Asfahani *et al.*, 2023). Kemajuan platform digital juga memungkinkan pembelajaran dilakukan secara fleksibel melalui berbagai media (Judijanto & Aslan, 2025; Guna *et al.*, 2024; Iksal *et al.*, 2024). Selain itu, teknologi imersif seperti augmented reality (AR) memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif (Anani *et al.*, 2024; Rauschnabel *et al.*, 2022; Carrozzi *et al.*, 2020; Rasyid *et al.*, 2023), bahkan membantu siswa memahami materi Biologi yang bersifat kompleks (Limun *et al.*, 2022).

Banyak konsep dalam Biologi yang abstrak sehingga membutuhkan dukungan visual agar siswa dapat memahami materi secara lebih mendalam (Asikin, 2024). AR menjadi alternatif yang efektif karena dapat menghadirkan objek 3D secara langsung di lingkungan nyata sehingga memudahkan visualisasi konsep yang sulit (Alfitriani *et al.*, 2021). Aplikasi seperti Assemblr Edu menyediakan berbagai model 3D struktur makhluk hidup yang dapat diamati secara detail (Padang *et al.*, 2022), dan telah terbukti mampu meningkatkan pemahaman siswa (Lestari *et al.*, 2023).

Temuan di SMAN 3 Jember menunjukkan kebutuhan akan media pembelajaran yang lebih interaktif. Alat peraga sistem rangka di sekolah telah rusak sehingga guru hanya mengandalkan gambar dari buku, yang membuat siswa kesulitan memahami hubungan antartulang. Hasil angket juga mengindikasikan bahwa siswa menginginkan media berbasis teknologi dengan tampilan 3D yang lebih menarik dan jelas.

Namun, penelitian sebelumnya masih memiliki keterbatasan. Studi AR oleh Khairunisa *et al.* (2021) dan Nahri *et al.* (2024) berfokus pada visualisasi dan motivasi tanpa memanfaatkan Assemblr Edu atau marker fisik untuk menstabilkan objek 3D. Penelitian lain yang menggunakan Assemblr Edu (Putra, 2024; Putri, 2024; Rofi'ah, 2023) serta pengembangan AR oleh Kaharuddin *et al.* (2023) juga belum menerapkan desain *One-Group Pretest-Posttest* dengan analisis N-Gain dan belum menilai media secara komprehensif mencakup validitas, keterbacaan, kepraktisan, dan efektivitas.

Berdasarkan peninjauan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk: (1) menilai kevalidan media pembelajaran berbasis AR menggunakan Assemblr Edu dan smart card; (2) menguji efektivitas media terhadap peningkatan hasil belajar melalui pretest–posttest; dan (3) menilai keterbacaan serta kepraktisan media berdasarkan tanggapan guru dan siswa.

METODE

Penelitian ini merupakan Research and Development (R&D) yang bertujuan menghasilkan produk dan menguji efektivitasnya (Sugiyono, 2017). Model pengembangan yang digunakan adalah Thiagarajan 4D, terdiri dari tahap Define, Design, Develop, dan Disseminate. Model ini dipilih karena dinilai mampu menghasilkan media AR yang layak secara materi, mudah digunakan, dan mendukung peningkatan pemahaman siswa pada materi sistem rangka. Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026 di SMA Negeri 3 Jember dengan melibatkan 48 siswa kelas XI IPA.

Perangkat yang digunakan meliputi smartphone Android/iOS sebagai media utama untuk mengakses Assemblr Edu, laptop untuk merancang model 3D dan smart card, serta LCD proyektor sebagai penunjang jalannya pembelajaran. Bahan penelitian mencakup smart card yang berfungsi sebagai marker AR, model 3D sistem rangka, serta instrumen penelitian.

Tahap Define dilakukan dengan menelaah kurikulum, karakteristik siswa, kebutuhan belajar, serta kendala penggunaan media 2D. Pada tahap Design, peneliti merancang smart card, membuat model 3D pada Assemblr Edu, dan menyusun instrumen penelitian. Tahap Develop mencakup pembuatan media, validasi para ahli, uji coba terbatas pada enam siswa, serta revisi sesuai masukan. Tahap Disseminate dilaksanakan melalui uji coba lapangan menggunakan desain One-Group Pretest-Posttest pada dua kelas.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian terdiri dari lembar validasi ahli materi, ahli media, ahli pengguna (guru), angket keterbacaan, angket kepraktisan, angket respons siswa, serta tes hasil belajar. Lembar validasi ahli materi menelaah kesesuaian materi dengan kompetensi dasar, ketepatan konsep, kejelasan uraian, keluasan dan kedalaman isi, serta kecermatan dalam penyajian data dan visual. Validasi ahli media meninjau aspek kemudahan penggunaan, kompatibilitas perangkat, kelancaran fitur, kelayakan panduan, hingga estetika tampilan 3D dan marker dalam menampilkan model. Sementara itu, ahli pengguna (guru) menilai relevansi materi dengan Kurikulum Merdeka, kelengkapan isi, variasi penyajian, serta kemampuan media dalam meningkatkan minat, aktivitas, dan kenyamanan siswa. Untuk angket siswa, fokus penilaian mencakup keterbacaan materi, kemenarikan tampilan, kemudahan navigasi, kenyamanan selama penggunaan, serta persepsi siswa terhadap media AR yang dikembangkan.

Analisis validitas media mengacu pada konversi skor ke bentuk persentase (Hariyadi, 2009) dan dikategorikan berdasarkan kriteria Riduwan & Akdong (2007). Penilaian keterbacaan serta kepraktisan diperoleh dari persentase respon siswa yang dianalisis menggunakan pedoman Septiananda *et al.* (2022). Efektivitas media pembelajaran dihitung menggunakan rumus N-gain (Hake, 1999) untuk melihat besarnya peningkatan hasil belajar. Adapun respon pengguna dianalisis melalui persentase kesesuaian setiap aspek, dengan mengikuti acuan dari literatur (Septiani & Okmarisa, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

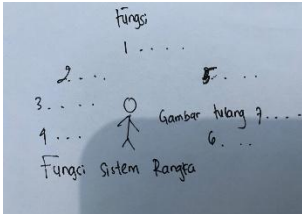
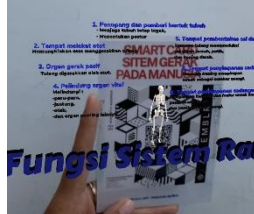
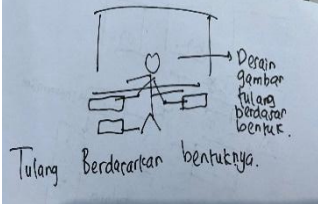
1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Analisis kurikulum menunjukkan bahwa materi sistem rangka membutuhkan visualisasi 3D agar siswa dapat memahami struktur dan hubungan antar tulang. Melalui wawancara Guru, diperoleh data bahwa alat peraga sistem rangka yang tersedia sudah rusak, sehingga guru hanya menggunakan media 2D dan memerlukan media bantuan agar mempermudah pemahaman. Siswa juga memerlukan media pembelajaran baru dan menyetujui untuk memilih media AR dalam materi sistem rangka untuk memudahkan dalam memahami materi tersebut. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yaitu perlunya teknologi visual untuk memudahkan pemahaman konsep abstrak (Amalia *et al.*, 2022). Siswa juga menunjukkan minat tinggi terhadap media berbasis teknologi, selaras dengan pembelajaran abad ke-21 perlu menghadirkan media interaktif dan kontekstual (Subroto *et al.*, 2023).

2. Tahap *Design* (Perancangan)

Pada tahap perancangan, model 3D sistem rangka terlihat stabil, smart card mampu memunculkan objek dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa AR efektif untuk memvisualisasikan objek biologi yang kompleks (Lestari *et al.*, 2023). Berikut Tabel 1. Contoh sketsa yang dirancang dan yang telah diaplikasikan pada aplikasi Assembler edu:

Tabel 1. Contoh sketsa yang dirancang dan yang telah diaplikasikan pada aplikasi Assembler edu

Gambar Sketsa	Gambar setelah di Assembler edu
	
	

3. Tahap Develop (Pengembangan)

a. Validasi Ahli

Penilaian dari para ahli menunjukkan bahwa media yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid. Rata-rata tingkat kevalidan setiap komponen ditunjukkan pada Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli terhadap Media Pembelajaran AR berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli terhadap Media Pembelajaran AR

Komponen Penilaian	Skor (%)	Kategori
Ahli Materi	90	Sangat Baik
Ahli Media	96,42	Sangat Baik
Ahli Pengguna	98,44	Sangat Baik

Pencapaian kategori sangat baik ini menunjukkan bahwa materi pada media augmented reality telah dirancang selaras dengan capaian pembelajaran serta tujuan yang disesuaikan dengan kemampuan kognitif peserta didik, sejalan dengan pandangan yang dikemukakan oleh (Audinda *et al.*, 2024)

b. Uji Coba Kelompok Kecil

Hasil uji coba kelompok kecil yang melibatkan 6 peserta menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis augmented reality memiliki tingkat keterbacaan dan kepraktisan yang sangat baik. Skor yang diperoleh masing-masing siswa berada pada rentang 71–72, dengan total nilai 480 dari skor maksimal 430 sehingga menghasilkan persentase 89,58%, yaitu kategori sangat valid sebagaimana merujuk pada literatur (Septiananda *et al.*, 2020). Temuan ini mengindikasikan bahwa materi yang disajikan perlu disusun secara relevan agar peserta didik lebih mudah menangkap isi pembelajaran (Fitri dan Ardipal, 2021).

c. Revisi Media

Peneliti tetap melakukan revisi untuk meningkatkan kualitas produk, terutama pada aspek kejelasan kalimat, penyesuaian kontras warna, dan penyempurnaan detail model 3D agar pengalaman pengguna menjadi lebih optimal berdasarkan komentar dan permintaan dari ahli media, ahli materi, ahli pengguna, serta siswa. Berikut Tabel 3. Contoh 2 slide dari beberapa gambar yang sudah direvisi

Tabel 3. Contoh 2 slide dari beberapa gambar yang sudah direvisi:

Gambar sebelum direvisi

Gambar setelah direvisi



Penjelasan fungsi sebelumnya hanya dijelaskan semua dalam tulisan.



Fungsi tulang disajikan melalui anotasi interaktif, warna lebih kontras, detail model 3D dipertajam, dan setiap slide diberi menu transisi untuk memudahkan perpindahan halaman.



Penjelasan tulang berdasarkan bentuknya masih kurang menarik dan membuat siswa bingung menentukan posisinya.



Lebih lengkap, penjelasan materi lebih menarik, dan sudah diberikan detail posisi dari masing-masing tulangnya dengan jelas

4. Tahap Disseminate (Penyebaran)

Media AR kemudian diimplementasikan pada dua kelas, yaitu XI IPA 3 dan XI IPA 4. Berikut Perbandingan nilai pretest dan posttest menunjukkan adanya peningkatan yang jelas pada kedua kelas pada tabel 4. Rekapitulasi Perbandingan nilai pretest dan posttest.

Tabel 4. Rekapitulasi Perbandingan nilai pretest dan posttest

Kelas	Mean Pretest	Mean Posttest	N Gain Score	N-Gain	Kategori
XI IPA 3	33,33	85,677	0,771	77,597	Tinggi
XI IPA 4	44,71	80,770	0,586	54,597	Sedang

Kelas XI IPA 3 mengalami kenaikan dari rata-rata 33,33 menjadi 85,67 dengan N-gain 0,771 (77%) yang termasuk kategori tinggi, sehingga dinilai sangat efektif meningkatkan hasil belajar. Pada kelas XI IPA 4, nilai meningkat dari 44,71 menjadi 80,77 dengan N-gain 0,586 (55%) yang berada pada kategori sedang dan dianggap cukup efektif. Temuan ini menunjukkan bahwa media augmented reality mampu menghadirkan pengalaman belajar yang berbeda bagi siswa sekaligus membantu mereka memahami konsep materi secara lebih mudah (Mursyidah & Saputra, 2022).

5. Kepraktisan, Keterbacaan, dan Respons Pengguna

Hasil analisis terhadap kepraktisan dan keterbacaan menunjukkan bahwa media memperoleh kategori sangat baik dengan persentase keseluruhan 83,7%. Persentase pada tiap aspek berada pada kisaran 71,55% hingga 90,52%, menggambarkan bahwa sebagian besar siswa dapat memahami isi media dengan mudah dan merasa nyaman dalam menggunakannya. Nilai 81,25% yang dicapai mengindikasikan bahwa media tidak memerlukan revisi lanjutan dan sudah layak digunakan sebagai bahan ajar karena dianggap praktis serta fungsional. Selain itu, hasil angket respon pengguna memperkuat temuan tersebut dengan nilai 81,25%, berdasarkan rata-rata kesesuaian aspek yang berada pada rentang 80,61% hingga 82,2%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa tanggapan siswa sangat positif, sehingga media dinilai efektif dan sesuai untuk diterapkan dalam proses pembelajaran (Septiani dan Okmarisa, 2023).

SIMPULAN

Pengembangan media AR menggunakan Assemblr Edu dan smart card berhasil menghadirkan solusi pembelajaran yang valid, praktis, mudah dipahami, dan efektif. Hasil validasi ahli menunjukkan nilai ahli materi 90%, ahli media 96,42%, dan ahli pengguna 98,44%, menunjukkan media sangat layak digunakan. Uji coba kelompok kecil menunjukkan keterbacaan dan kepraktisan media 89,58% (kategori sangat baik) dan keterbacaan media selama uji lapangan juga mencapai 83,7%, termasuk kategori sangat baik. Uji efektivitas pada dua kelas juga menunjukkan peningkatan hasil belajar: kelas XI IPA 3 memperoleh N-Gain 0,77 (kategori tinggi) dan kelas XI IPA 4 N-Gain 0,60 (kategori sedang), yang membuktikan media ini mampu membantu siswa memahami materi dan meningkatkan nilai hasil belajar. Dengan demikian, media ini menjadi alternatif inovatif untuk pembelajaran biologi, khususnya materi sistem rangka, serta dapat dijadikan acuan untuk penelitian atau pengembangan media AR di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Ibu Bea Hana Siswati atas bimbingan dan dukungan pendanaan yang memungkinkan terlaksananya penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada SMA Negeri 3 Jember dan Bapak Bayu Arif selaku guru Biologi atas bantuan selama uji coba, serta kepada siswa kelas XI IPA yang telah berpartisipasi. Ucapan terima kasih turut diberikan kepada para validator ahli materi, media, dan pengguna atas masukan yang sangat berharga dalam penyempurnaan media AR.

DAFTAR RUJUKAN

- Alfitriani, N., Maula, W. A., & Hadiapurwa, A. 2021. Penggunaan Media Augmented Reality dalam Pembelajaran Mengenal Bentuk Rupa Bumi. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 38(1): 30-38.
- Amalia, D., Rahmadayanti, A., Supriatno, B., & Riandi. 2022. Potensial Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Biologi Abad 21: Literatur Artikel Dan Desain Inovasi Media. *Journal of Di Education, Science & Teknologi*, 5(2): 43-48.
- Anani, P. W., Mintah, F. D., Danso, A. A. A., & Churcher, E. W. 2024. *Filtered Reality: Exploring The Motives And Socio-Demographic Factors Of Smartphone Beauty Filter Usage Among University Students In Ghana. Cogent Arts and Humanities*, 11(1): 111-124.
- Asikin, Z. 2024. Efektivitas Media Visual Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Biologi Di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Ilmiah IPA Dan Matematika*, 2(1): 12-16.
- Audinda Azizah, Dwi Indah Suryani, & Annisa Novianti Taufik. 2024. Pengembangan Video Pembelajaran Berbasis Motion graphic pada Tema Eoenzyme Si Cairan Serbaguna untuk Menumbuhkan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 14(2): 521-531.
- 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.

- Carrozzi, A., Chica, M., & Riquelme, I. P. 2020. *Augmented reality in marketing: A systematic literature review*. *International Journal of Market Research*, 62(4): 456-472.
- Fitri, F., & Ardipal, A. 2021. Pengembangan Video Pembelajaran Menggunakan Aplikasi Kinemaster pada Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(6): 6330-6338.
- Guna, B. W. K., Yuwantiningrum, S. E., Firmansyah, S, M. D. A., & Aslan. 2024. Building Morality and Ethics Through Islamic Religious Education In Schools. *IJGIE (International Journal of Graduate of Islamic Education)*. 5 (1): 14-24.
- Hake, R.R. 1999. *Analyzing Change/Gain Scores*. Dept. of Physics Indiana University.
- Hariyadi, M. 2009. *Statistik Pendidikan*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Iksal, I., Hayani, R. A., & Aslan, A. 2024. *Strengthening Character Education As A Response To The Challenges Of The Times*. *Indonesian Journal Of Education (INJOE)*, 4(3): 761-774.
- Judijanto, L., & Aslan, A. 2025. Addressing Disparities In Multisectoral Education: Learning From An International Literature Review. *Indonesian Journal Of Education (INJOE)*, 5 (1).
- Kaharuddin., Y. Pernando., Mafuah., Musliadi KH. 2023. Aplikasi Augmented Reality (AR) Sebagai Media Pembelajaran Sistem Rangka Manusia. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(4): 1168-1175.
- Khairunisa, W., A. N. Taufik., T. A. Pamungkas. 2024. Pengembangan Augmented reality Berbantuan Assemblr edu dalam Menumbuhkan Motivasi Belajar Siswa SMP Kelas VI. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(4): 1177-1185.
- Lestari, D. W., Rusimamto, P., Harimurti, R., & Agung, A. I. 2023. Penerapan Media Pembelajaran Berbantuan Assemblr Edu Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *JVTE: Journal of Vocational and Technical Education*, 5(2): 225-232.
- Limun, F., Sila, V. U. R., & Shidik, M. A. 2022. Pengaruh Penggunaan Smartphone Terhadap Motivasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Biologi di SMAN 3 Kefamenanu. *Bio-Edu: Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(3): 199-206.
- Mursyidah, D., & Saputra, E. R. 2022. Aplikasi Berbasis *Augmented Reality* sebagai Upaya Pengenalan Bangun Ruang bagi Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar : Jurnal Tunas Nusantara*, 4(1): 427- 433.
- Nahri, M. H. A., Z. Abidin., Y. Soepriyanto. 2021. Development of augmented reality human skeleton to improve students' cognitive learning outcomes on movement systems practic. *Journal of Research in Instructional*, 4(2): 453-464.
- Padang, F. A. L., Ramlawati, & Yunus, S. R. 2022. Media Assemblr Edu Berbasis Augmented Reality Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Materi Sistem Organisasi Kehidupan Makhluk Hidup. *Diklabio: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi*, 6(1): 38-46.
- Putra, M. Ryzald. 2022. *Daur Air Dan Peristiwa Alam*. Surabaya: CV. Media Edukasi Creative.
- Putri, A. N. 2024. *Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Assemblr Edu Pada Mata Pelajaran IPS Terhadap Minat Belajar Siswa Kelas VIII SMP Negeri 2 Sungguminasa Kabupaten Gowa*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah, Makassar.
- Rasyid, M., Syafi'i, A., Silviano, H., Prasetya, A., & Nofirda, F. 2023. Implication Of Innovation, Green And Digital Economy For MSME: Viera Oleh-Oleh Pekanbaru As A Case Study. *Jurnal Ilmiah Manajemen Kesatuan*, 11(3): 1255-1262.
- Rauschnabel, P. A., Felix, R., & Hinsch, C. 2022. Augmented reality marketing: How mobile AR apps can improve brands through inspiration. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 64(1): 102-116.
- Riduwan & Akdon. 2007. *Rumus dan Data dalam Aplikasi Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Rofi'ah, I. 2023. *Penggunaan Media Assemblr Edu Berbasis Augmented Reality Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas V-A Pada Materi Organ Gerak Manusia Di MIN 2 Kota*. Surabaya: UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Septiananda, S. N., Imron, I. F., & Basori, M. 2022. Pengembangan Multimedia Interaktif IPS Materi Kegiatan Ekonomi Siswa Kelas IV SDN Gayam 3. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1): 397-404.
- Septiani, B. D., and Okmarisa, H. 2023. Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Construct 2 Dengan Pendekatan Scaffolding Pada Materi Laju Reaksi. *Journal of Research and Education Chemistry*. 5(1): 12-23.
- Silva, M. 2023. *Comparative Analysis of Blended and Traditional Learning in Angola*. *International Journal of Educational Policy Research and Review*.

- Subroto, D. E., Supriandi, Wirawan, R., & Rukmana, A. Y. 2023. Implementasi Teknologi dalam Pembelajaran di Era Digital: Tantangan dan Peluang bagi Dunia Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(7): 473-480.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kulitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Blomington Indiana: Indiana University.
- Tika, P. N., S. F. Nisa., D. Faturahmah., R. H. Ristanto., H. Isfaeni. 2024. Pengembangan Augmented Reality Berbantuan Assemblr Edu untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Sistem Eksresi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 8(1): 52-64.

Sistematik Review: Peran Ekosistem Sungai dalam Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan di Daerah Istimewa Yogyakarta

Ade Idaheryana^{1*}, Mahrani Mahrani¹, Muakhilah Febi Bariya¹, Rony Irawanto²

¹ Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, Indonesia

² Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Serpong, Indonesia

*Penulis Korespondensi: adeidaheryana12@gmail.com

ABSTRACT

Rivers play a crucial role in the lives of surrounding communities. In the Special Region of Yogyakarta (DIY), rivers function not only as watershed systems but also as vital natural resources that maintain ecological balance and support social life. The local philosophy of "hamemayu hayuning bawono" reflects the cultural responsibility of the Yogyakarta community to preserve river ecosystem sustainability. However, scientific research on rivers in the Yogyakarta region remains limited and unevenly distributed. Therefore, this study aims to analyze the distribution, thematic orientation, and intensity of river ecosystem research in DIY through a systematic literature review. The literature search was conducted digitally using the keyword "Yogyakarta rivers," resulting in 737 articles. However, only 15 articles met the inclusion criteria and were eligible for further analysis. The results indicate that research covers 12 rivers, with the Winongo River being the most frequently studied, followed by the Gajahwong, Code, and Bedog rivers. Most studies focus on hydrology, water quality, and watershed management, indicating a strong tendency toward technical and environmental monitoring studies. In contrast, research addressing biodiversity, riparian vegetation, and the ecological impacts of anthropogenic activities remains very limited. These findings reveal thematic gaps and highlight the need for further research oriented toward ecological and conservation perspectives. Strengthening these aspects is essential to support more integrated and sustainable river management in the Yogyakarta region.

Key words:

ecosystem, literature review, river, sustainable environment, Yogyakarta

Riwayat artikel

Diterima:17/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Sungai memainkan peran yang sangat penting dalam menunjang kehidupan masyarakat di sekitarnya. Selain berfungsi sebagai sumber utama air tawar, sungai juga menjadi sumber daya penting bagi sektor pertanian, perikanan, transportasi, serta berperan sebagai habitat bagi berbagai organisme akuatik. Sungai turut berkontribusi dalam menjaga keseimbangan siklus

hidrologi, mengendalikan banjir, dan memelihara stabilitas ekosistem daerah aliran sungai (DAS). Dari perspektif ekologi, vegetasi riparian memiliki peran penting untuk menstabilkan tepian sungai, mencegah erosi, menyaring sedimen, dan menyerap nutrisi (Hadisusanto *et al.*, 2020). Selain itu, ekologi sungai yang sehat mendorong kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan yang lebih baik. Menurut penelitian yang dilakukan di Yogyakarta, masuknya air limbah domestik dengan konsentrasi tinggi zat organik dan anorganik seperti fosfat dan nitrogen, yang dapat menyebabkan eutrofikasi dan mengurangi keanekaragaman tumbuhan riparian, seringkali menjadi penyebab penurunan kualitas sungai (Hadisusanto *et al.*, 2020). Oleh karena itu, menjaga fungsi ekologis sistem sungai sangat penting bagi pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

Di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), sungai tidak hanya berfungsi sebagai daerah aliran sungai (DAS), tetapi juga sebagai sumber daya alam vital yang mendukung kehidupan sosial-ekonomi masyarakat. Sungai-sungai utama seperti Winongo, Code, Gajahwong, dan Bedog memainkan peran penting dalam menunjang kehidupan warga kota, baik dalam penyediaan air maupun sebagai elemen budaya dan pariwisata (Firianti, 2019). Namun, beban polutan di sungai-sungai ini telah meningkat karena perkembangan populasi yang cepat dan meningkatnya aktivitas domestik. Sampah domestik yang belum dikelola dengan baik menyebabkan eutrofikasi, menurunkan kualitas air, dan berdampak negatif terhadap biota akuatik dan kesehatan masyarakat sekitar.

Kondisi serupa juga terjadi pada tiga sungai besar lain di Kota Yogyakarta, yaitu Winongo, Code, dan Gajahwong yang menerima masukan limbah domestik, industri, dan rumah sakit secara terus-menerus sepanjang tahun. Penelitian Hadisusanto *et al.* (2020) menunjukkan bahwa tingginya kandungan sumber organik di ketiga sungai tersebut telah memicu dominasi vegetasi berjenis rumput yang cepat beradaptasi pada kondisi kaya nutrisi namun menurunkan keanekaragaman vegetasi riparian alami. Ketidakseimbangan unsur hara ini menandakan tekanan ekologis tinggi terhadap ekosistem sungai perkotaan. Sementara itu, Raharja *et al.* (2023) melaporkan bahwa Sungai Winongo telah mengalami pencemaran sedang hingga parah akibat pembuangan air limbah rumah tangga yang tidak diolah langsung ke saluran sungai. Kondisi ini tidak hanya memperburuk kesehatan manusia dan kualitas lingkungan, tetapi juga mempercepat kerusakan habitat riparian dan menurunkan kapasitas ekologis sungai untuk beroperasi secara berkelanjutan.

Penelitian yang dilakukan pada Sub-DAS Serang di wilayah Kulon Progo menunjukkan bahwa ketersediaan dan kualitas air permukaan di Yogyakarta mengalami tekanan yang semakin besar akibat pertumbuhan penduduk yang pesat, perubahan penggunaan lahan, serta ketidakseimbangan antara kebutuhan air dan sumber daya alam yang tersedia (Panuluh *et al.*, 2023). Temuan tersebut menegaskan pentingnya penerapan pendekatan pengelolaan sungai secara terpadu agar fungsi ekologis, sosial, dan ekonominya dapat terjaga secara berkelanjutan.

Konteks lokal Yogyakarta memperlihatkan bahwa hubungan masyarakat dengan sungai tidak hanya bersifat ekologis, tetapi juga kultural. Filosofi *Hamemayu Hayuning Bawono* menjadi dasar moral dan spiritual masyarakat dalam menjaga keseimbangan antara manusia dan alam. Filosofi ini menekankan pentingnya menjaga harmoni lingkungan demi kesejahteraan bersama, termasuk dalam pelestarian ekosistem sungai (Geopark Jogja, 2023). Kebijakan Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta, yang memasukkan nilai-nilai budaya ke dalam kerangka pembangunan berkelanjutan, sejalan dengan pandangan tersebut. "Poros Filosofis Yogyakarta" telah ditetapkan sebagai Situs Warisan Budaya Dunia UNESCO, yang menunjukkan dedikasi ini (Kompas, 2023). Untuk mencapai keselarasan dan keberlanjutan lingkungan, perlindungan sungai di Yogyakarta merupakan tanggung jawab ekologis sekaligus perwujudan nilai-nilai budaya lokal.

Kajian ilmiah terhadap ekosistem sungai di Yogyakarta semakin meningkat mengingat peran ekologis dan sosial-ekonominya yang sangat penting. Namun demikian, kajian ilmiah yang membahas ekosistem sungai di wilayah ini masih terbatas dan belum tersebar secara merata. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek teknis seperti kualitas air, hidrologi, dan pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) (Budiasti *et al.*, 2023; Panuluh *et al.*, 2023), sedangkan penelitian yang menyoroti keanekaragaman hayati, vegetasi riparian, serta dampak aktivitas antropogenik terhadap keseimbangan ekosistem masih jarang dilakukan (Hadisusanto *et al.*, 2020). Sebagai contoh, hasil penelitian menunjukkan bahwa vegetasi riparian di sungai-sungai perkotaan seperti Winongo, Code, dan Gajahwong didominasi oleh jenis rumput invasif yang tumbuh akibat tingginya sumber organik dari limbah domestik (Hadisusanto *et al.*, 2020). Dominasi vegetasi invasif ini menandakan terganggunya keseimbangan ekologis, sekaligus menunjukkan adanya tekanan antropogenik yang tinggi di wilayah perkotaan.

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan sebelumnya, tujuan studi ini adalah untuk mengkaji sebaran penelitian tentang ekosistem sungai di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dan mengidentifikasi kesenjangan informasi yang dapat memandu penelitian di masa mendatang yang berfokus pada keberlanjutan dan konservasi ekosistem sungai. Studi ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh tentang kondisi terkini dan arah penelitian terkait sungai di Yogyakarta dengan menggunakan pendekatan tinjauan pustaka sistematis. Hal ini akan menjadi landasan bagi pengembangan strategi pengelolaan sungai yang lebih komprehensif, berwawasan ekologis, dan peka budaya.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Oktober hingga November 2025 dengan menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi dan menganalisis penelitian-penelitian terkait ekosistem sungai di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Data diperoleh dari berbagai sumber literatur ilmiah daring yang mencakup *Google Scholar* dan *ScienceDirect*, yang dipilih karena menyediakan publikasi nasional dan internasional dengan akses teks lengkap. Pencarian dilakukan menggunakan kata kunci "*Yogyakarta river*", yang menghasilkan 737 artikel pada tahap awal. Selanjutnya, artikel-artikel tersebut diseleksi berdasarkan kriteria inklusi yakni relevan dengan topik ekosistem sungai di DIY, tersedia dalam bentuk teks lengkap, dan memiliki dasar empiris serta kriteria eksklusi yaitu berupa artikel duplikasi, tidak relevan dengan topik, dan tidak berbasis penelitian ilmiah. Setelah proses penyaringan (*screening criteria*), hanya 15 artikel yang memenuhi kriteria dan dianalisis lebih lanjut. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif melalui sintesis tematik untuk mengidentifikasi pola, fokus penelitian, lokasi sungai yang dikaji, serta kecenderungan metodologis yang digunakan. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk memetakan distribusi penelitian, menemukan kesenjangan tematik, serta memberikan rekomendasi arah pengembangan studi ekosistem sungai di Daerah Istimewa Yogyakarta secara berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kajian Literatur Sungai Yogyakarta

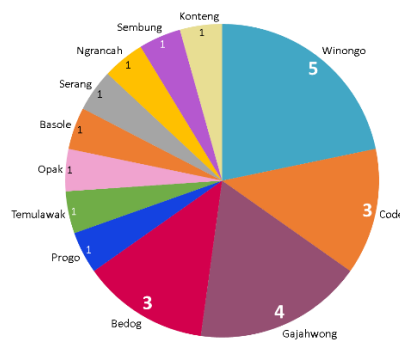
Berdasarkan tinjauan literatur terkait sungai perkotaan di Yogyakarta, terlihat bahwa penelitian terhadap ekosistem sungai semakin meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Data yang dihimpun menunjukkan variasi jenis sungai yang diteliti serta bidang fokus penelitian yang dominan. Hasil tinjauan ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kajian Literatur Sungai Yogyakarta

No	Judul Artikel	Lokasi Penelitian	Bidang Kajian	Referensi
1	Kualitas Air Sungai Di Wilayah Yogyakarta Tahun 2008	Sungai Winongo, Gajah Wong, Code, Bedog, Konteng	Kualitas Air & Pencemaran Air	(Sudaryanto & Muryani, 2008)
2	Kondisi hidrologi terkait dengan perubahan penggunaan lahan DAS Bedog Kabupaten Sleman	DAS Bedog	Hidrologi & Sumber Daya Air	(Suprayogi <i>et al.</i> , 2019)
3	Kajian Sedimen Dasar Sungai Ngrancah, Waduk Sermo	Sungai Ngrancah	Kualitas Air & Pencemaran Air	(Laksitaningtyas, 2019)
4	<i>Influence Of Nitrate And Phosphate On The Distribution And Abundance Of Riparian Vegetation In Yogyakarta City</i>	Sungai Winongo, Code, dan Gajahwong	Vegetasi & Ekologi Riparian	(Hadisusanto <i>et al.</i> , 2020)
5	Pengambilan Sampel Air Sungai Gajah Wong di Wilayah Kota Yogyakarta	Sungai Gajah Wong	Kualitas Air & Pencemaran Air	(Ahdiaty & Fitriana, 2020)
6	Pengaruh Limbah Rumah Tangga Terhadap Kualitas Air Sungai Gajahwong Code Dan Winongo Di Yogyakarta	Sungai Gajahwong, Code, dan Winongo	Kualitas Air & Pencemaran Air	(Widagda <i>et al.</i> , 2020)
7	Pengaruh Karakteristik Limbah Cair Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai Di Desa Siraman, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Gunungkidul, DIY	Sungai Basole, Gunungkidul	Kualitas Air & Pencemaran Air	(Fadli <i>et al.</i> , 2021)
8	Penentuan Status Mutu Air Sungai Winongo Pada Parameter Fosfat dan Nitrat, Menggunakan Metode Storet, Indeks Pencemaran, CCMEWQI dan BCWQI	Sungai Winongo	Kualitas Air & Pencemaran Air	(Reza, <i>et al.</i> , 2023)

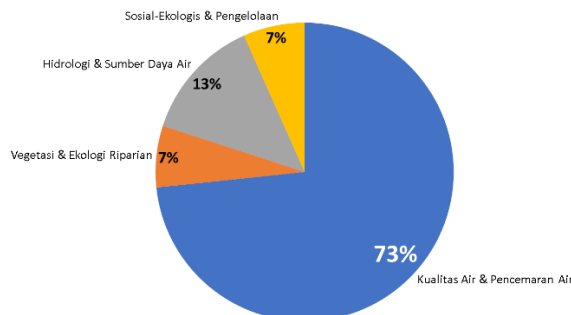
9	Analisis Kualitas Air pada IPAL Komunal Ngudi Saras di Dusun Jetak, Desa Sendangtirto, Kapanewon Berbah, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta	IPAL Komunal Ngudi Saras dan Sungai Sembung	Kualitas Air & Pencemaran Air	(Wahid <i>et al.</i> , 2023)
10	Upaya Pengendalian Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah Domestik di Sungai Winongo Kota Yogyakarta	Sungai Winongo	Sosial-Ekologis & Pengelolaan	(Raharja <i>et al.</i> , 2023)
11	Analisis Kadar Logam Berat Kromium (Cr) dalam Air dan Ikan Akibat Pembuangan Limbah Industri Penyamakan Kulit di Sungai Opak, Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	Sungai Opak, Piyungan	Kualitas Air & Pencemaran Air	(Jati <i>et al.</i> , 2023)
12	Status Mutu Air Sungai Bedog Akibat Efluen Air Limbah Domestik dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal	Sungai Bedog	Kualitas Air & Pencemaran Air	(Budiasti <i>et al.</i> , 2023)
13	Kajian Mengenai Kuantitas Dan Kualitas Mata Air Pada Sub DAS Serang di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.	Mata Air di Sub DAS Serang, Kulon Progo	Hidrologi & Sumber Daya Air	(Panuluh <i>et al.</i> , 2023)
14	Status Mutu Air Sungai Temulawak dan Air Tanah di sekitar PT X Kalurahan Triharjo, Kapanewon Sleman, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta	Sungai Temulawak dan Air Tanah sekitar Industri Tekstil	Kualitas Air & Pencemaran Air	(Yunianto <i>et al.</i> , 2024)
15	Pengaruh Penambangan Pasir terhadap Kualitas Air Sungai Progo, Yogyakarta	Sungai Progo	Kualitas Air & Pencemaran Air	(Linggasari <i>et al.</i> , 2025)

Distribusi sungai yang menjadi objek penelitian dan bidang utama yang paling banyak diteliti divisualisasikan melalui diagram lingkaran pada Gambar 1 dan Gambar 2. Gambar 1 menunjukkan sebaran sungai yang menjadi lokasi penelitian di DIY berdasarkan hasil kajian literatur.



Gambar 1. Sebaran sungai yang menjadi lokasi penelitian di DI Yogyakarta berdasarkan hasil kajian literatur.

Bidang utama kajian penelitian ekosistem sungai di Yogyakarta berdasarkan hasil studi pustaka dapat dilihat pada Gambar2.



Gambar 2. Bidang utama kajian penelitian ekosistem sungai di Yogyakarta berdasarkan hasil studi pustaka.

Hasil telaah terhadap berbagai penelitian mengenai ekosistem sungai di Yogyakarta menunjukkan kecenderungan fokus penelitian yang masih dominan pada isu kualitas air dan pencemaran. Kajian literatur yang dihimpun pada Tabel 1 menampilkan 15 penelitian terdahulu yang mencakup berbagai lokasi sungai di wilayah Yogyakarta, dengan sebaran topik dan fokus penelitian yang bervariasi. Secara umum, penelitian terbanyak dilakukan pada Sungai Winongo (5 studi), diikuti oleh Sungai Gajahwong (4 studi), Code (3 studi), serta Bedog (3 studi). Sungai-sungai tersebut berada di kawasan perkotaan yang padat penduduk dan memiliki tekanan lingkungan tinggi akibat aktivitas domestik dan industri, sebagaimana tergambar pada Gambar 1. Dominasi penelitian di wilayah ini menunjukkan bahwa kawasan dengan tingkat urbanisasi tinggi menjadi perhatian utama dalam isu pengelolaan kualitas air dan ekosistem sungai.

Berdasarkan visualisasi pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa dari seluruh penelitian yang dianalisis, 73% di antaranya berfokus pada bidang kualitas air dan pencemaran air, sedangkan sisanya mencakup bidang hidrologi dan sumber daya air (13%), vegetasi dan ekologi riparian (7%), serta sosial-ekologis dan pengelolaan (7%). Hasil ini menunjukkan bahwa kajian ilmiah

mengenai sungai di Yogyakarta masih cenderung menitikberatkan pada aspek biofisik dan teknis, sementara pendekatan ekologi sosial dan budaya masih relatif terbatas. Kecenderungan tersebut mengindikasikan bahwa arah penelitian sungai di Yogyakarta masih perlu diperluas ke aspek ekologi riparian dan kearifan lokal yang turut menentukan keberlanjutan fungsi sungai sebagai ekosistem alami sekaligus ruang sosial masyarakat.

b. Dampak Pencemaran terhadap Habitat Riparian

Sungai-sungai utama di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yaitu Sungai Winongo, Code, dan Gajahwong secara terus-menerus menerima masukan limbah domestik, industri, dan rumah sakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingginya kadar bahan organik, fosfat, dan nitrat telah menyebabkan kondisi sungai berada pada tingkat pencemaran sedang, sebagaimana terlihat pada Sungai Bedog yang memiliki nilai Indeks Pencemaran (IP) sebesar 3,7365 (Budiasti *et al.*, 2023). Kondisi ini mencerminkan permasalahan lingkungan yang lebih luas di wilayah DIY, yaitu krisis sanitasi dan keterbatasan infrastruktur pengelolaan air limbah. Inefisiensi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang ada serta maraknya praktik pembuangan limbah cair dan sampah rumah tangga secara langsung ke badan sungai semakin memperburuk tingkat pencemaran air di kawasan tersebut (Raharja *et al.*, 2023).

Peningkatan konsentrasi zat organik dan nutrisi secara ekologis, dapat memicu eutrofikasi pada segmen sungai, menurunnya oksigen terlarut (*dissolved oxygen*), serta mempercepat pendangkalan dan perubahan struktur komunitas biota air. Akibatnya, spesies sensitif terhadap kondisi lingkungan yang tercemar bisa mengalami penurunan populasi atau hilang dari habitatnya, sementara spesies toleran atau invasif akan mendominasi. Hal ini memperlihatkan bahwa pencemaran domestik berdampak langsung pada kemampuan sungai menjalankan fungsi ekologisnya sebagai habitat alami, termasuk stabilisasi sedimen, pemeliharaan oksigen terlarut, dan penyediaan habitat bagi biota akuatik (O'hare *et al.*, 2018).

Dampak ini juga tercermin pada vegetasi riparian di sisi sungai. Studi-studi di Yogyakarta menunjukkan dominasi jenis rumput invasif seperti *Paspalum* sp. dan *Panicum* sp. pada wilayah riparian Sungai Winongo, Code, dan Gajahwong, yang dikaitkan dengan tingginya kadar nitrat (NO_3^-) dan fosfat (PO_4^{3-}) dari limbah domestik dan sumber antropogenik lainnya (Hadisusanto *et al.*, 2020). Vegetasi asli riparian yang lebih kompleks digantikan oleh komunitas yang lebih sederhana tapi lebih toleran. Kondisi ini menurunkan fungsi penahan erosi, habitat serangga dan burung riparian, serta mengurangi fungsi ekologis tebing sungai sebagai buffer alami terhadap limpasan polutan (Ali *et al.*, 2024).

Pengelolaan sanitasi rumah tangga di DI Yogyakarta masih menghadapi sejumlah tantangan dari sudut pandang sosial-infrastruktur. Sebagian penduduk setempat membuang sampah padat atau cair langsung ke sungai, yang menurunkan kualitas air dan mempercepat kerusakan habitat riparian. Penelitian oleh Rohmadi *et al.* (2024) menunjukkan bahwa pemukiman kumuh yang tidak terlayani dengan baik oleh sistem sanitasi berkontribusi signifikan terhadap pencemaran sungai di kota Yogyakarta, terutama melalui pembuangan langsung limbah domestik ke badan air. Tanpa adanya perbaikan menyeluruh dalam tata kelola sanitasi domestik serta edukasi lingkungan yang efektif, degradasi kualitas air dan habitat riparian ini akan terus berlangsung secara progresif, memperburuk kondisi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan adanya peningkatan akses dan pelayanan sanitasi, terutama di kawasan permukiman padat, serta kampanye kesadaran masyarakat untuk mencegah dan mengurangi dampak negatif tersebut.

Degradasi habitat riparian di kawasan perkotaan Yogyakarta menunjukkan perlunya perbaikan tata kelola lingkungan yang terpadu, mencakup aspek teknis, ekologi, dan sosial-kultural. Pengelolaan sungai secara terpadu (*Integrated River Basin Management*) perlu mengurangi pembuangan limbah domestik langsung ke sungai, melakukan restorasi vegetasi

riparian, memonitor kualitas air secara rutin, serta mengedukasi masyarakat sambil mengarusutamakan nilai budaya lokal (Rohmadi *et al.*, 2024). Vegetasi riparian memiliki peran penting dalam pengaturan iklim mikro, pengendalian erosi dan banjir, serta penyediaan habitat bagi berbagai organisme, dengan nilai konservasinya dipengaruhi budaya Jawa yang menghargai pelestarian alam. Pemahaman masyarakat terhadap layanan ekosistem ini mendukung keberlanjutan pengelolaan sungai, sehingga konservasi yang menggabungkan pendekatan teknis, ekologi, dan kearifan lokal menjadi kunci mitigasi pencemaran sekaligus pemulihan fungsi habitat untuk mendukung keanekaragaman hayati dan kesejahteraan masyarakat di bantaran sungai (Sulistiyowati *et al.*, 2025).

c. Peran Budaya dalam Konservasi Sungai Perkotaan

Permasalahan ekologis yang terjadi di Yogyakarta, misalnya pengelolaan limbah domestik, vegetasi riparian, pencemaran sungai dst tidak dapat diatasi hanya dengan kebijakan taktis yang bersifat sektoral, terpusat secara regional, dan tidak berdasar pada pemahaman mendasar yang diyakini Masyarakat akar rumput (*grassroot*). Sehingga demikian menuntut adanya penyelesaian dengan pendekatan yang bersifat komprehensif, menyatukan 3 hierarki pokok yakni aspek ekologi, sosial dan budaya- yang demikian kita pahami bersama sudah mengakar di Masyarakat. Hal ini memunculkan urgensi integrasi aspek tersebut (Hawa *et al.*, 2023).

Konsep *Integrated Water Resources Management* (IWRM) telah diadopsi oleh Indonesia sebagai kerangka acuan dalam membuat kebijakan utama dalam proses pengelolaan sumber daya air, utamanya dalam bentuk upaya adaptasi terhadap perubahan iklim ekstrem dan implementasi Pembangunan berkelanjutan (SDGs). Namun, implementasi konsep ini di tingkat lokal, utamanya di wilayah kampung-kampung yang berada di tepi sungai langsung- justru belum menunjukkan implementasi pemahaman orientasi kebijakan yang telah ada. Terdapat kesenjangan signifikan antara praktik di lapangan dan memahami kebijakan di tingkat daerah aliran Sungai (DAS) (Basuki *et al.*, 2022).

Bersama dengan keresahan tersebut, diketahui bahwa estorasi ekologis tidak dapat dilepaskan dari konteks sosial dan kultural masyarakat yang hidup di sekitar sungai. Di Yogyakarta, sungai memiliki makna yang jauh melampaui aspek ekologisnya: ia merupakan ruang budaya, spiritual, dan sosial. Filosofi *Hamemayu Hayuning Bawono* (MHB), yang berarti “memelihara keindahan dan keseimbangan dunia”, merupakan fondasi etis dalam pandangan hidup masyarakat Jawa. Nilai ini menekankan keseimbangan antara manusia dan alam, serta tanggung jawab moral untuk menjaga harmoni ekologis (Putri dan Lestari, 2025). Dalam konteks manajemen lingkungan modern, MHB dapat ditafsirkan sebagai bentuk *environmental stewardship* berbasis budaya, yang berpotensi memperkuat legitimasi sosial terhadap kebijakan konservasi.

Integrasi *Integrated Water Resources Management* (IWRM) dan prinsip *Hamemayu Hayuning Bawono* (MHB) merupakan pendekatan multidimensional yang menggabungkan dimensi ekologis, sosial, dan kultural dalam pengelolaan sungai di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Dalam konteks ini, IWRM berperan sebagai kerangka teknis dan kelembagaan, sementara MHB menjadi basis moral dan sosial yang menjiwai partisipasi masyarakat. Keduanya dapat saling memperkuat dalam mewujudkan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan, adil, dan kontekstual terhadap budaya lokal.

1. Prinsip Dasar IWRM dan Tantangan Implementasinya di DIY

IWRM didefinisikan sebagai proses yang mempromosikan pengelolaan dan pengembangan sumber daya air secara terkoordinasi untuk memaksimalkan kesejahteraan sosial dan ekonomi tanpa mengorbankan keberlanjutan ekosistem. Khusus di DIY, penelitian pada Sungai Code dan Winongo menunjukkan bahwa tekanan urbanisasi dan pembuangan limbah domestik masih menjadi penyebab utama penurunan kualitas air. Studi Widyasari (2019) mencatat 66 titik pembuangan limbah di sepanjang Sungai Code, sedangkan penelitian Widyastuti *et al.* (2020) menemukan bahwa kualitas air di Sungai Winongo termasuk kategori “sangat buruk” menurut indeks CCME. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa prinsip integrasi IWRM—yakni koordinasi antara pengelolaan sumber daya, lembaga, dan masyarakat—belum terwujud sepenuhnya.

2. Nilai Lokal MHB sebagai Basis Etika dan Sosial-Ekologis

Prinsip *Hamemayu Hayuning Bawono* (MHB) secara filosofis bermakna “memelihara keindahan dan keseimbangan dunia.” Nilai ini mencerminkan pandangan hidup masyarakat Jawa tentang pentingnya harmoni antara manusia, alam, dan Sang Pencipta (Jayana *et al.*, 2023). Dalam konteks lingkungan, MHB mengandung tiga dimensi utama:

- a) Dimensi etis, berupa kesadaran moral untuk tidak merusak tatanan alam.
- b) Dimensi sosial, yaitu tanggung jawab kolektif masyarakat untuk menjaga keseimbangan lingkungan.
- c) Dimensi ekologis, berupa upaya nyata menjaga keberlanjutan sumber daya alam.

3. Integrasi IWRM–MHB: Dari Teknis ke Sosio-Ekologis

Integrasi IWRM dan MHB dapat dilihat sebagai perpaduan antara pendekatan struktural-teknokratis dan pendekatan sosial-budaya.

Dalam kerangka IWRM, pengelolaan sungai menekankan pada tiga komponen utama: koordinasi antar sektor, partisipasi masyarakat, dan konservasi ekosistem. Namun, pelaksanaan di lapangan sering kali gagal karena lemahnya ownership masyarakat atau perasaan memiliki - terhadap program lingkungan (Fulazzaky, 2014).

MHB berperan penting sebagai “pengikat” yang memperkuat legitimasi sosial IWRM. Filosofi MHB mendorong partisipasi masyarakat bukan karena kewajiban administratif, melainkan karena nilai moral untuk “menyayangi alam.” Pendekatan berbasis nilai ini terbukti efektif meningkatkan kesadaran ekologis. Misalnya, studi Sulistiyowati *et al.* (2025) menunjukkan bahwa persepsi masyarakat terhadap jasa ekosistem Sungai Gajahwong meningkat ketika nilai-nilai budaya Jawa dilibatkan dalam kegiatan konservasi.

Secara operasional, integrasi IWRM–MHB dapat diwujudkan dalam tiga bentuk utama:

- 1) Penguatan kelembagaan berbasis kultural, melalui pengelolaan lahan magersari sebagai model kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan kesultanan.

- 2) Rehabilitasi vegetasi riparian berbasis partisipatif, dengan memanfaatkan nilai MHB sebagai dasar edukasi ekologi. Penelitian pada Sungai Code, Winongo, dan Gajahwong menegaskan bahwa restorasi fisik tanpa basis komunitas cenderung gagal mempertahankan fungsi riparian; sebaliknya, strategi berbasis komunitas meningkatkan keberhasilan rehabilitasi vegetasi riparian (Sulistiyowati *et al*, 2025)."
- 3) Penerapan indikator ekologis dan sosial terukur, seperti Index of Biotic Integrity (IBI) untuk aspek ekologi dan tingkat partisipasi masyarakat sebagai aspek sosial.

Prinsip kultural MHB berperan sebagai dimensi etis dan sosial yang mengisi kekosongan dalam praktik IWRM, sehingga menghasilkan model pengelolaan yang bukan hanya efisien secara teknis, tetapi juga berkelanjutan secara sosial dan kultural, Prinsip IWRM berpotensi mencapai keberlanjutan jangka panjang karena berdasar pada pemahaman yang telah mengakar dalam di masyarakat Yogyakarta.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian sistematik terhadap penelitian-penelitian ekosistem sungai di Yogyakarta, diketahui bahwa sebagian besar studi masih berfokus pada aspek kualitas air dan pencemaran, sementara penelitian tentang vegetasi riparian, keanekaragaman hayati, dan aspek sosial-budaya masih terbatas. Sungai-sungai besar menjadi lokasi penelitian terbanyak karena berada di kawasan perkotaan yang memiliki tekanan antropogenik tinggi. Kondisi ini menandakan adanya degradasi ekosistem akibat limbah domestik dan perubahan tata guna lahan. Hasil kajian juga menegaskan pentingnya pendekatan pengelolaan sungai yang tidak hanya teknis, tetapi juga memperhatikan dimensi sosial dan budaya lokal seperti filosofi Hamemayu Hayuning Bawono, yang dapat menjadi dasar moral dan sosial dalam menjaga keseimbangan antara manusia dan alam. Oleh karena itu, pengelolaan sungai di Yogyakarta perlu diarahkan secara integratif untuk menjamin keberlanjutan fungsi ekologis dan kesejahteraan masyarakat di sekitarnya.

Penelitian ke depan perlu memperluas fokus pada aspek keanekaragaman hayati, vegetasi riparian, dan dimensi sosial-budaya dalam pengelolaan sungai. Penguatan peran masyarakat melalui pendekatan berbasis komunitas serta penerapan prinsip Integrated River Basin Management (IRBM) perlu dilakukan secara berkelanjutan. Nilai-nilai lokal seperti Hamemayu Hayuning Bawono sebaiknya diintegrasikan ke dalam kebijakan konservasi agar pengelolaan sungai di Yogyakarta lebih partisipatif, berkelanjutan, dan selaras dengan kearifan budaya setempat.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahdiaty, R., & Fitriana, D. (2020). Pengambilan Sampel Air Sungai Gajah Wong Di Wilayah Kota Yogyakarta. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 03(02), 65–73.
- Ainia, D. K. (2023). Konsep Metafisika dalam Falsafah Jawa Hamemayu Hayuning Bawana. *Jurnal Filsafat dan Ilmu*.
- Ali, M., Wulandari, S. R., & Ferdiansyah, A. (2024). Keanekaragaman dan Kelimpahan Vegetasi Riparian di Sungai Saroka Kecamatan Saronggi Kabupaten Sumenep. *Biosaintropis*, 9(2), 123-135.
- Basuki, T. M., Nugroho, H. Y. S. H., Indrajaya, Y., Pramono, I. B., Nugroho, N. P., Supangat, A. B., & Simarmata, D. P. (2022). Improvement of Integrated Watershed Management in Indonesia for Mitigation and

- Adaptation to Climate Change: A Review. *Sustainability*, 14(16), 9997.
- Budiasti, H., Anastasia, T. T., Utami, A., Aji, W., Kristanto, D., & Wahyuning, I. (2023). Status Mutu Air Sungai Bedog Akibat Efluen Air Limbah Domestik Dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan*, 16–23.
- Fadli, D. A., Utami, A., & Yudono, A. R. A. (2021). Pengaruh Karakteristik Limbah Cair Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai di Desa Siraman, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Gunungkidul, DIY. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan*, 130–138.
- Firianti, D. (2019). Peran Sungai Perkotaan Terhadap Kehidupan Sosial-Ekonomi Masyarakat Yogyakarta. *Jurnal Geografi & Lingkungan*, 12(1), 45–58.
- Fulazzaky, M. A. (2014). Challenges of Integrated Water Resources Management in Indonesia. *Water*, 6(7), 2000–2020. <https://doi.org/10.3390/w6072000>
- Geopark Jogja. (2023). Filosofi Hamemayu Hayuning Bawono dan konservasi lingkungan. Yogyakarta: Geopark Jogja Official Publication.
- Hadisusanto, S., Putri, D. M., Nugraha, R., Rifqi, M., Fauziyah, Q., Asmawati, R. P., Mawarni, A., Azizah, F. N. N., Islami, D. A., & Pratiwi, F. R. (2020). Influence Of Nitrate And Phosphate On The Distribution And Abundance Of Riparian Vegetation in Yogyakarta City. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 27(1), 1. <https://doi.org/10.22146/jml.41552>
- Hawa, N. I., Antriyandarti, E., Martono, D. N., & Maulana, R. A. (2023). Improvement of Environmental, Social, and Cultural Attributes in the Slum Settlements on the Riverbanks of Yogyakarta City under the Sultan's Rule. *Sustainability*, 15(11), 8974.
- Jati, E. D., Murti, S. H., Susilo, B., Amru, K., & Ningrum, M. H. (2023). Analisis Kadar Logam Berat Kromium (Cr) Dalam Air Dan Ikan Akibat Pembuangan Limbah Industri Penyamakan Kulit di Sungai Opak , Piyungan , Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan*, 91–99.
- Jayana, N. K. P., Maharani, S. N., & Sudarto, T. A. (2024). Socio-Ecological Responsibility Using Triple Bottom Line: Perspective of Mamayu Hayuning Bawana. *Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research (JABTER)*, 3(3), 293–302.
- Kompas. (2023, Maret 15). Poros Filosofis Yogyakarta ditetapkan sebagai Situs Warisan Budaya Dunia UNESCO. Kompas. <https://www.kompas.com>
- Laksitaningtyas, A. P. (2019). Kajian sedimen dasar Sungai Ngrancah, Waduk Sermo. *Jurnal Rancang Bangun Teknik Sipil*, 4(1).
- Linggasari, S., Mawardi, A., & Rianto, D. J. (2025). Pengaruh Penambangan Pasir Terhadap Kualitas Air Sungai Progo , Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 11(1), 62–68.
- O'Hare, M. T., Baattrup-Pedersen, A., Baumgarte, I., Freeman, A., Gunn, I. D. M., Lázár, A. N., Sinclair, R., Wade, A. J., & Bowes, M. J. (2018). Responses of aquatic plants to eutrophication in rivers: A revised conceptual model. *Frontiers in Plant Science*, 9, 451. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00451>
- Panuluh, M. I. D., Lukito, H., Gomareuzzaman, M., Dwi, W. A., & Suharwanto. (2023). Kajian Mengenai Kuantitas Dan Kualitas Mata Air Pada Sub DAS Serang di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan*, 262–273.
- Putri, K., & Lestari, L. D. (2025). Desain Pendidikan Berwawasan Lingkungan Bagi Anak Melalui Filosofi Memayu Hayuning Bawana. *Jataka: Jurnal Kajian Keluarga, Gender dan Anak*, 1(1), 18–32.
- Suprayogi, S., S. S. H. M. B., Gunawan, T., Endarto, R., Prihantarto, W. J., & Widodo, N. A. (2019). Kondisi Hidrologi Terkait Dengan Perubahan Penggunaan Lahan DAS Bedog Kabupaten Sleman. *Majalah Geografi Indonesia*, 33(2), 299–36.
- Raharja, S., Harjiyatni, F., & Prihantarto, P. (2023). Upaya pengendalian pencemaran lingkungan akibat limbah domestik di Sungai Winongo Kota Yogyakarta. In *Perkembangan Bidang Sosial Humaniora, Pertanian Dan Teknologi Mendukung Sustainable Development Goals* (p. 172).
- Reza, K., Marlina, N., & Rahmawati, S. (2023). Penentuan status mutu air Sungai Winongo pada parameter fosfat dan nitrat, menggunakan metode storet, indeks pencemaran, CCMEWQI dan BCWQI. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 15(1), 1–17.
- Rohmadi, E., Sekine, M., & Setiawan, B. (2022). Impact of Slum Upgrading to River Water Quality in Yogyakarta City, Indonesia. *Jurnal Teknosains*, 12(1), 85–98.
- Sudaryanto, S., & Muryani, S. (2008). Kualitas air sungai di wilayah Yogyakarta tahun 2008. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(1), 35–40.

- Sulistiowati, E., Saputro, D. E., & Aisah, S. (2025). Riparian Vegetation and Perception of Ecosystem Services in the Upper Gajahwong River, Yogyakarta, Indonesia. *AL-KAUNIYAH: Jurnal Biologi*, 18(2), 294-302.
- Wahid, D. R. G., Anasstasia, T. T., Asrifah, R. D., & Irawan, A. B. (2016). Analisis kualitas air pada IPAL komunal ngudi saras di Dusun Jetak , Desa Sendangtirta, Kapanewon Berbah, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumian*, 1–7.
- Widagda, B. L. A., Nurrochmad, F., & Kamulyan, B. (2020). Pengaruh limbah rumah tangga terhadap kualitas air Sungai Gajahwong Code dan Winongo di Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumian*, 241–252.
- Widyasari, T. (2019). Beban Pencemaran Sumber Limbah di Sungai Code. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 144-154.
- Widyastuti, M., Jayanto, G. D., & Irshabdillah, M. R. (2020). Water Quality Analysis of Code River Based on Metal and Nonmetal Parameters Using Heavy Metal Pollution Index. *Jurnal Geografi*, 145-158.
- Yunianto, M. R., Utami, A., Yudhono, A. R. A., Asrifah, R. D., & Muryani, E. (2024). Status mutu air Sungai Temulawak dan Air Tanah di sekitar PT X Kalurahan Triharjo, Kapanewon Sleman, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta Muhammad. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumian*, 8–15.

Penerapan Fitoteknologi sebagai Solusi Berbasis Alam (NbS) untuk Mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs)

Muakhilah Febi Bariya^{1*}, Dian Tristi Agustini², Rony Irawanto³

¹ Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta - Indonesia

² Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur - Indonesia

³ Badan Riset dan Inovasi Nasional – Indonesia

*Penulis korespondensi: febibariya@gmail.com

ABSTRACT

Global environmental change demands innovative approaches that integrate ecosystem functions with human needs. One emerging approach is Nature-Based Solutions (NbS), which utilize natural processes to address environmental and social challenges. This article reviews the application of phytotechnology as a practical form of NbS in supporting the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs). Through a literature review, it was found that phytotechnology plays an important role in water quality management, contaminated soil remediation, and biodiversity conservation. This approach is aligned with SDG 6 (clean water and sanitation), SDG 13 (climate action), and SDG 15 (life on land). However, challenges in its implementation in Indonesia include policy limitations, scale of application, and community engagement. This article recommends strengthening local research, integrating NbS policies, and developing phytotechnology education models to promote sustainable development.

Key words:

Nature-Based Solutions, Sustainable Development Goals, Biodiverstas, Ekosistem, Fitoteknologi.

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan hidup seperti pencemaran serta dampak perubahan iklim semakin menjadi isu global yang mendesak untuk ditangani. Isu lingkungan global seperti pencemaran air, degradasi tanah, dan kehilangan keanekaragaman hayati telah menjadi tantangan besar dalam pembangunan berkelanjutan. Nature-Based Solutions (NbS) menjadi pendekatan yang menjanjikan karena mengandalkan fungsi alami ekosistem untuk mengatasi masalah lingkungan sekaligus meningkatkan kesejahteraan manusia (Cohen-Shacham et al., 2016). Salah satu bentuk implementasi NbS di bidang pengelolaan lingkungan adalah fitoteknologi, yaitu penggunaan tumbuhan untuk memperbaiki atau mengelola lingkungan tercemar (Salt et al., 1998). Dua pendekatan ini, mulai dikembangkan untuk mengatasi masalah global tersebut, baik melalui inovasi teknologi maupun melalui pemanfaatan proses-proses alami. Fitoteknologi (Phytotechnology) dan Nature-based Solutions (NbS).

NbS didefinisikan oleh IUCN (2020) sebagai intervensi yang menggunakan proses dan fungsi alamiah untuk mengatasi tantangan sosial dan lingkungan. Pendekatan ini meliputi konservasi, restorasi, dan pengelolaan ekosistem yang berkelanjutan, serta inovasi infrastruktur hijau (Raymond et al., 2017).

Fitoteknologi merupakan teknologi lingkungan yang memanfaatkan tumbuhan dan mikroorganisme di zona perakaran untuk remediasi tanah, air, dan udara (Arthur et al., 2005). Jenis utamanya meliputi fitoremediasi, fitoekstraksi, fitostabilisasi, dan rhizofiltrasi. Tanaman akuatik seperti *Typha angustifolia* dan *Eichhornia crassipes* efektif menyerap logam berat seperti Pb, Cd, dan Zn (Vymazal, 2011).

Fitoteknologi berfokus pada penggunaan tanaman dan proses biologisnya untuk memperbaiki kondisi lingkungan yang tercemar, sedangkan NbS merupakan pendekatan yang lebih luas yang memanfaatkan alam dan ekosistemnya untuk menghadapi berbagai tantangan lingkungan. Fitoteknologi dapat dianggap sebagai bentuk spesifik NbS di sektor pengelolaan sumber daya air dan rehabilitasi lahan (Nesshöver et al., 2017). Pendekatan ini memadukan nilai ekologis dan sosial dengan memanfaatkan fungsi alami tumbuhan sebagai agen penyaring dan penyerap polutan.

Artikel ini bertujuan untuk mengkaji konsep dan penerapan fitoteknologi sebagai solusi berbasis alam, menelaah perannya dalam mendukung pencapaian SDGs, serta mengidentifikasi tantangan dan peluang penerapannya di Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur kualitatif deskriptif. Data dikumpulkan dari berbagai sumber sekunder, seperti jurnal internasional, buku akademik, dan laporan kebijakan. Analisis dilakukan secara tematik dengan mengelompokkan literatur berdasarkan hubungan konsep antara NbS, fitoteknologi, dan SDGs (Creswell, 2014; Snyder, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep Nature-based Solutions (NbS) mulai dikenal pada akhir abad ke-20, tetapi penggunaan pendekatan berbasis alam dalam pengelolaan lingkungan sebenarnya telah ada sejak lama. Masyarakat tradisional di berbagai belahan dunia telah mengembangkan sistem pengelolaan alam yang sejalan dengan prinsip NbS, seperti agroforestri, pengelolaan hutan secara berkelanjutan, dan konservasi lahan basah. Namun, istilah "Nature-based Solutions" sendiri pertama kali diperkenalkan oleh International Union for Conservation of Nature (IUCN) pada tahun 2008, yang mendefinisikannya sebagai solusi berbasis alam untuk memenuhi tantangan yang dihadapi manusia dalam bidang pembangunan, perubahan iklim, dan pengelolaan sumber daya alam. Sejak saat itu, NbS berkembang pesat sebagai pendekatan yang lebih holistik dan integratif, yang tidak hanya berfokus pada aspek lingkungan, tetapi juga mencakup dimensi sosial dan ekonomi.

Pada tahun 2012, dalam konferensi Rio+20 tentang Pembangunan Berkelanjutan, konsep NbS semakin mendapat perhatian internasional. Beberapa negara mulai mengintegrasikan NbS dalam kebijakan pembangunan mereka. Pada saat yang sama, lembaga-lembaga internasional, seperti PBB, mulai mempromosikan NbS sebagai bagian dari strategi untuk mencapai SDGs.

Setelah konferensi Rio+20, IUCN memainkan peran penting dalam memperjelas dan mengembangkan kerangka konseptual NbS. Pada tahun 2016, IUCN secara resmi mendefinisikan NbS sebagai tindakan untuk melindungi, mengelola secara berkelanjutan, dan memulihkan ekosistem alami atau yang dimodifikasi yang secara efektif dan adaptif menangani tantangan masyarakat sambil memberikan manfaat bagi kesejahteraan manusia dan keanekaragaman hayati (Cohen-Shacham, Walters, Janzen, & Maginnis, 2016). Publikasi ini menjadi tonggak penting dalam standarisasi konsep NbS di tingkat global dan menjembatani pendekatan ekologi dengan agenda pembangunan berkelanjutan.

Selanjutnya, pada tahun 2015, PBB secara resmi mengadopsi Agenda 2030 untuk Pembangunan Berkelanjutan, yang berisi 17 tujuan global (SDGs). Meskipun istilah NbS belum secara eksplisit disebutkan dalam dokumen resmi Agenda 2030, berbagai tujuan seperti SDG 6, 11, 13, 14, 15 mencerminkan prinsip dan nilai dasar dari NbS (United Nations, 2015). Sejak saat itu, badan-badan di bawah PBB seperti UNEP, UNDP, FAO, dan UNESCO semakin aktif mendorong implementasi NbS dalam proyek dan kebijakan pembangunan untuk mendukung pencapaian SDGs.

Memasuki dekade 2018–2020, NbS semakin diakui sebagai strategi global untuk menghadapi krisis iklim dan degradasi ekosistem. Banyak studi dan laporan, termasuk dari UN Environment Programme (UNEP) dan World Bank, menegaskan bahwa NbS merupakan pendekatan yang hemat biaya dan memiliki manfaat ganda (co-benefits) bagi mitigasi perubahan iklim, ketahanan pangan, serta konservasi biodiversitas (UNEP, 2019; Raymond et al., 2017). Untuk memperkuat implementasi, IUCN pada tahun 2020 menerbitkan dokumen penting berjudul IUCN Global Standard for Nature-based Solutions, yang berfungsi sebagai panduan global dalam merancang, memantau, dan mengevaluasi proyek NbS agar memenuhi prinsip keberlanjutan, inklusivitas, dan efektivitas (IUCN, 2020).

Puncak integrasi NbS dalam kerangka global PBB terjadi pada tahun 2021, ketika PBB menetapkan Dekade Restorasi Ekosistem 2021–2030 yang dipimpin oleh UNEP dan FAO. Inisiatif ini menempatkan NbS sebagai strategi utama dalam memperbaiki ekosistem yang rusak sekaligus mempercepat pencapaian berbagai target SDG, terutama yang terkait dengan iklim, air, pangan, dan biodiversitas (United Nations Environment Programme [UNEP] & Food and Agriculture Organization [FAO], 2021). Dekade ini menandai pengakuan resmi NbS sebagai bagian integral dari agenda global untuk memulihkan keseimbangan antara pembangunan manusia dan keberlanjutan alam.

Hingga saat ini, NbS terus berkembang menjadi pendekatan lintas-sektor yang melibatkan pemerintah, akademisi, swasta, dan masyarakat sipil. Berbagai proyek demonstrasi di seluruh dunia—seperti restorasi hutan mangrove, taman kota berkelanjutan, dan sistem fitoteknologi untuk air limbah—menunjukkan bahwa NbS bukan sekadar konsep ekologis, tetapi juga solusi strategis untuk mencapai kesejahteraan sosial-ekonomi yang selaras dengan keberlanjutan lingkungan global (Seddon et al., 2020).

Keuntungan pendekatan NbS, antara lain:

1. Melindungi keanekaragaman hayati: NbS melestarikan atau memperluas ekosistem, dan karenanya melindungi keanekaragaman hayati dari perubahan iklim dan hilangnya habitat.
2. Reversibilitas: NbS menyimpan karbon dalam biomassa, bukan dalam reservoir permanen, dan oleh karena itu, penyerapan karbon NbS bersifat reversible, artinya karbon yang ditangkap dapat dilepaskan kembali ke atmosfer melalui kebakaran hutan, perubahan penggunaan lahan atau pengelolaan lahan, atau hanya perubahan iklim.
3. Manfaat tambahan dan metodologi: metode yang berbeda memiliki manfaat tambahan yang berbeda, mulai dari udara dan air yang lebih bersih hingga pengendalian erosi, perlindungan banjir dan lain-lain, dengan berbagai masalah dan tantangan yang berkaitan dengan metodologi pelaksanaan.

Fitoteknologi sebagai Solusi Berbasis Alam

Meskipun Fitoteknologi dan NbS memanfaatkan proses alami, terdapat beberapa perbedaan utama antara Fitoteknologi dan NbS:

1. Ruang lingkup: Fitoteknologi berfokus secara sempit pada pemanfaatan tumbuhan untuk memperbaiki lingkungan yang tercemar, sedangkan NbS mencakup berbagai strategi berbasis ekosistem untuk mengatasi beragam tantangan, termasuk sosial dan ekonomi.
2. Pendekatan ilmiah: Fitoteknologi bersifat teknis dan bioteknologis, sering diterapkan di tingkat mikro atau lokal. Sebaliknya, NbS bersifat ekologis dan sistemik, diterapkan di tingkat lanskap atau regional.
3. Tujuan: Fitoteknologi bertujuan utama untuk remediasi atau perbaikan lingkungan, sedangkan NbS bertujuan multifungsi — mencakup mitigasi perubahan iklim, konservasi keanekaragaman hayati, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.
4. Disiplin ilmu: Fitoteknologi banyak melibatkan bioteknologi dan rekayasa lingkungan, sedangkan NbS bersifat multidisipliner, termasuk ekologi, tata ruang, sosial-ekonomi, dan kebijakan publik.

Fitoteknologi dapat dianggap sebagai subset dari NbS karena sama-sama menggunakan mekanisme alami untuk memperbaiki lingkungan. Namun, NbS memiliki konteks penerapan yang lebih luas, di mana fitoteknologi dapat menjadi salah satu komponen dalam implementasi NbS.

Fitoteknologi efektif dalam pengelolaan air limbah domestik, pertanian, dan industri. IPAL model CWs merupakan contoh nyata penerapan NbS yang menggabungkan fungsi ekologis dan teknologi sederhana (Vymazal, 2018). Sebagai contoh, sistem constructed wetlands (lahan basah buatan) yang memanfaatkan tanaman air untuk mengolah limbah cair merupakan penerapan fitoteknologi. Namun, apabila sistem tersebut juga dirancang untuk menyediakan habitat bagi satwa, meningkatkan keindahan lanskap, dan melibatkan masyarakat lokal, maka model tersebut dapat dikategorikan sebagai bagian dari NbS (Raymond et al., 2017).

Kontribusi terhadap SDGs

Pembangunan yang berkelanjutan telah menjadi fokus utama dalam agenda global sejak disepakatinya Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) oleh negara-negara anggota Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) pada tahun 2015. SDGs mencakup 17 tujuan dari berbagai aspek kehidupan manusia, mulai dari pengentasan kemiskinan, peningkatan kualitas pendidikan, hingga kesetaraan gender dan perlindungan lingkungan. Tujuan utama SDGs adalah untuk menciptakan kesejahteraan sosial, ekonomi, dan lingkungan yang berkelanjutan bagi seluruh umat manusia, dengan jangka waktu pencapaiannya hingga tahun 2030.

Nature-Based Solutions (NbS) terkait erat dengan beberapa SDGs, seperti : SDG 6 (Air Bersih dan Sanitasi): NbS berperan dalam pengelolaan sumber daya air yang lebih efisien dan berkelanjutan. SDG 11 (Kota dan Pemukiman): Implementasi NbS di daerah perkotaan membantu menciptakan lingkungan yang lebih hijau dan lebih sehat. SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim): NbS membantu mengurangi emisi karbon dan meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim. SDG 14 (Ekosistem Lautan), SDG 15 (Ekosistem Daratan): Proyek NbS mendukung konservasi dan restorasi ekosistem darat, termasuk hutan dan lahan basah.

Beberapa contoh kegiatan NbS, adalah:

1. Restorasi Hutan dan Mangrove
 - a) Reboisasi dan penghijauan sebagai upaya untuk mengurangi emisi karbon
 - b) Restorasi ekosistem mangrove untuk melindungi wilayah pesisir dari erosi
2. Manajemen Lanskap Berkelanjutan
 - a) Agroforestri, yang mengintegrasikan pertanian dengan kehutanan untuk meningkatkan produktivitas lahan

- b) Konservasi lahan basah sebagai penyangga ekosistem air tawar
- 3. Infrastruktur Hijau di Daerah Perkotaan
 - a) Pengembangan taman kota untuk mengurangi efek pulau panas perkotaan
 - b) Sistem drainase berbasis alam untuk mengelola banjir perkotaan
- 4. Manajemen Sumber Daya Air Berbasis Ekosistem
 - a) Perlindungan daerah aliran sungai untuk menjaga kualitas dan ketersediaan air
 - b) Pembuatan waduk alami untuk penyimpanan air dan pencegahan kekeringan

Manfaat Solusi Berbasis Alam (NbS) dalam SDGs:

- 1. Manfaat Lingkungan
 - a) Mengurangi emisi karbon dengan meningkatkan penyerapan CO₂ dari atmosfer
 - b) Meningkatkan keanekaragaman hayati dan keseimbangan ekosistem
 - c) Menurunkan risiko bencana alam seperti banjir, tanah longsor, dan kekeringan
- 2. Manfaat sosial
 - a) Meningkatkan kualitas hidup masyarakat melalui lingkungan yang lebih sehat
 - b) Menciptakan peluang ekonomi hijau, seperti ekowisata dan pertanian berkelanjutan
 - c) Memperkuat ketahanan masyarakat terhadap dampak perubahan iklim
- 3. Manfaat Ekonomi
 - a) Mengurangi biaya infrastruktur buatan dengan memanfaatkan solusi alami
 - b) Meningkatkan produktivitas pertanian melalui sistem agroforestri
 - c) Menarik investasi hijau dan mendukung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan

Tantangan dan Peluang di Indonesia

Secara historis, fondasi konsep NbS dapat ditelusuri dari pendekatan-pendekatan yang berorientasi pada ekosistem. Peran krusial dalam memformalkan NbS sebagai kerangka kerja yang terdefinisi dimainkan oleh International Union for Conservation of Nature (IUCN). Pada tahun 2009, IUCN memperkenalkan NbS sebagai strategi adaptasi iklim pada Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim (COP 15), yang menjadi titik awal pengakuan global. Puncaknya, pada Kongres Konservasi Dunia tahun 2016, anggota IUCN secara resmi mengadopsi definisi formal NbS melalui resolusi WCC-2016-Res-069, yang memberikan landasan teoritis yang kuat bagi pengembangan konsep ini. Definisi ini kemudian diperkuat oleh pengesahan resolusi oleh Majelis Lingkungan PBB (UNEA) pada tahun 2022, yang menandai pengarusutamaan NbS ke dalam agenda pembangunan berkelanjutan internasional. Untuk implementasinya, IUCN juga mengeluarkan Standar Global NbS pada tahun 2020 yang menyediakan kerangka kerja dan kriteria yang rinci.

Di Indonesia, perkembangan historis NbS sejalan dengan tren global, meskipun penerapannya disesuaikan dengan konteks lokal. Sebelum pengarusutamaan istilah NbS, Indonesia telah memiliki pengalaman panjang dalam pengelolaan ekosistem, seperti restorasi mangrove dan pengelolaan daerah aliran sungai (DAS), yang sejalan dengan prinsip-prinsip NbS. Setelah tahun 2016, adopsi istilah NbS semakin meningkat, terutama dalam proyek-proyek yang berfokus pada mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Sejak tahun 2022, implementasi NbS di Indonesia semakin terintegrasi dalam kebijakan nasional, seperti yang terlihat pada proyek-proyek kredit karbon yang melibatkan restorasi hutan dan inisiatif pembangunan berkelanjutan di Ibu Kota Nusantara (IKN). Seiring dengan itu, riset-riset ilmiah yang spesifik mengenai efektivitas dan implementasi NbS di Indonesia juga mulai marak, termasuk studi kasus yang mengkaji efektivitas penerapan NbS. Implementasi Solusi Berbasis Alam (NbS) dapat berupa:

- 1. Pemulihan Lahan Basah: Lahan basah seperti rawa dan mangrove merupakan ekosistem yang kaya akan keanekaragaman hayati dan memiliki peran penting dalam menyimpan karbon serta mengatur pola air. Di banyak wilayah, lahan basah telah

rusak akibat aktivitas manusia seperti pertanian intensif dan pembangunan. Namun, melalui solusi berbasis alam, banyak upaya dilakukan untuk memulihkan lahan basah ini.

2. **Penghijauan Kota:** Dalam menghadapi masalah urbanisasi dan peningkatan populasi di perkotaan, solusi berbasis alam seperti penghijauan kota menjadi sangat penting. Penanaman pepohonan, dan taman di dalam kota tidak hanya meningkatkan kualitas udara dan kesehatan masyarakat, tetapi juga membantu menyerap karbon dioksida dan mengurangi efek panas perkotaan.
3. **Pengelolaan Air:** Dalam menghadapi masalah kekeringan dan banjir yang semakin sering terjadi akibat perubahan iklim, solusi berbasis alam seperti pengelolaan air berbasis ekosistem menjadi sangat penting. Penanaman vegetasi di sepanjang sungai dan sungai bawah tanah, restorasi hutan di daerah tangkapan air, serta pembangunan hibrida antara saluran air buatan dan fitur-fitur alami seperti hutan riparian adalah contoh-contoh implementasi solusi berbasis alam dalam pengelolaan air.
4. **Agricultural Buffer Zones:** Di sektor pertanian, solusi berbasis alam seperti pengembangan zona buffer pertanian bisa membantu mengurangi erosi tanah, meningkatkan kualitas air, dan menyediakan habitat bagi satwa liar.

Meskipun Indonesia, memiliki bentang alam yang beragam dan tantangan ekologis yang kompleks (deforestasi, banjir, abrasi pesisir), dengan mengimplementasikan NbS, baik proyek berskala besar maupun inisiatif komunitas kecil. Beberapa penerapan NbS yang telah dilakukan, antara lain:

1. **Restorasi Ekosistem Mangrove dan Karbon Biru**

Salah satu contoh paling menonjol dari NbS di Indonesia adalah restorasi ekosistem pesisir, khususnya hutan bakau (mangrove). Mangrove berfungsi sebagai benteng alami terhadap abrasi dan intrusi air laut, serta berperan vital sebagai penyerap karbon biru (blue carbon).

Studi Kasus: Proyek Restorasi Mangrove di Ogan Komering Ilir (OKI), Sumatera Selatan. Inisiatif ini berfokus pada pemulihan kawasan mangrove yang terdegradasi untuk melindungi desa-desa pesisir dari gelombang pasang. Selain manfaat perlindungan fisik, proyek ini juga meningkatkan stok ikan lokal, mendukung mata pencaharian masyarakat nelayan, dan menyimpan karbon dalam jumlah signifikan. Pendekatan ini melibatkan partisipasi aktif masyarakat lokal dalam pembibitan, penanaman, dan pengelolaan berkelanjutan.

2. **Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Pengendalian Air**

Masalah banjir di perkotaan dan pencemaran air telah mendorong penerapan NbS dalam pengelolaan DAS.

Studi Kasus: Sub-DAS Cikapundung, Jawa Barat. Penelitian dan inisiatif di kawasan ini mengeksplorasi potensi NbS, seperti pembangunan kolam retensi alami, pengelolaan lahan resapan, dan penanaman vegetasi riparian, untuk mengendalikan pencemaran air dan mengurangi limpasan air hujan yang menyebabkan banjir. Pendekatan ini terbukti lebih adaptif dan efektif secara biaya dibandingkan pembangunan saluran beton semata, sekaligus memperbaiki kualitas habitat akuatik dan estetika lingkungan.

3. **Penerapan di Lingkungan Perkotaan**

Konsep NbS juga relevan di perkotaan padat penduduk.

Studi Kasus: Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Jakarta dan Surabaya. Meskipun menghadapi tantangan lahan, pemerintah daerah mulai mengintegrasikan infrastruktur hijau seperti taman atap, kebun vertikal, dan bioswale (vegetated swales) untuk mengurangi efek pulau panas perkotaan, mengelola air hujan lokal, dan menyediakan ruang publik yang sehat.

Riset dari ITS Surabaya menunjukkan bagaimana NbS di perkotaan dapat menjamin ketersediaan air bersih dan meningkatkan kualitas udara.

Meskipun Solusi Berbasis Alam menawarkan banyak manfaat, implementasi penerapan di Indonesia menghadapi beberapa tantangan, meliputi: Rendahnya kesadaran publik: Pendidikan diperlukan untuk membantu masyarakat memahami dan mendukung NbS. Keterbatasan penelitian lokal dan pendanaan: Banyak riset dan proyek NbS membutuhkan investasi awal yang signifikan. Minimnya kebijakan dan peraturan: Dukungan pemerintah dan kebijakan yang memadai sangat penting untuk keberhasilan proyek. Namun peluang besar terbuka melalui program green infrastructure dan kampus hijau.

SIMPULAN

Fitoteknologi dan Nature-Based Solutions (NbS) sama-sama berperan penting dalam upaya mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang ramah lingkungan. Fitoteknologi merupakan bentuk konkret NbS yang ramah lingkungan dan berbiaya rendah untuk mengatasi pencemaran serta mendukung keberlanjutan ekosistem.

Fitoteknologi merupakan pendekatan yang spesifik dan teknis, berfokus pada penggunaan tumbuhan untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Sementara itu, NbS merupakan pendekatan holistik dan multidisipliner yang mencakup berbagai tindakan berbasis alam untuk meningkatkan ketahanan ekosistem sekaligus kesejahteraan manusia.

Dengan demikian, fitoteknologi dapat dipandang sebagai bagian dari NbS yang lebih luas. Integrasi antara kedua pendekatan ini dapat menghasilkan strategi pengelolaan lingkungan yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan dalam menghadapi berbagai tantangan lingkungan global. Dari hasil riset ini, disarankan untuk meningkatkan riset lokal, mengintegrasikan NbS dan fitoteknologi dalam kebijakan, dan mengembangkan model edukasi publik.

DAFTAR RUJUKAN

- Arthur, E. L., et al. (2005). Phytoremediation: An overview. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24(2), 109–122.
- Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). (2024). NBS sebagai Solusi Pengelolaan DAS.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.). (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage.
- Digilib ITB. (2024). EFEKTIVITAS PENERAPAN NATURE BASED SOLUTION.
- IUCN. (2009). *Position Paper: Nature-based Solutions for Climate Change Adaptation*. Gland, Switzerland: IUCN. (Relevansi: Referensi untuk pengenalan awal NbS oleh IUCN)
- IUCN. (2016). *Resolution WCC-2016-Res-069-EN "Defining Nature-based Solutions"*.
- IUCN. (2020). *IUCN Global Standard for Nature-based Solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature.
- LindungiHutan. (2024). *Nature Based Solution: Solusi Berbasis Alam untuk Keberlanjutan*. Diakses dari.
- Nesshöver, C., et al. (2017). The science, policy and practice of Nature-Based Solutions. *Environmental Science & Policy*, 77, 82–91.
- Otorita Ibu Kota Nusantara (OIKN). (2023). *Solusi Berbasis Alam untuk Bangun Kota Spons IKN*.
- Raymond, C. M., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Berry, P., Breil, M., Nita, M. R., Geneletti, D., & Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, 77, 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008>
- Salt, D. E., Smith, R. D., & Raskin, I. (1998). Phytoremediation. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49, 643–668.

- Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C. A. J., Smith, A., & Turner, B. (2020). Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375*(1794), 20190120.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
- Trisakti. (2025). Kajian nature-based solutions (nbs) dalam menangani
- UNEP & FAO. (2021). **UN Decade on Ecosystem Restoration 2021–2030 Strategy**. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2019). **Nature-based Solutions for Climate Change**. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2021). *State of Finance for Nature*. United Nations Environment Programme.
- United Nations Environment Assembly (UNEA). (2022). Resolution 5/5 "Nature-based solutions for supporting sustainable development".
- United Nations. (2015). **Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: United Nations.
- Vymazal, J. (2018). Constructed wetlands for wastewater treatment: 40 years of experience. *Environmental Science & Technology*, 52(24), 13683–13691.
- WRI Indonesia. (2022). Siaran Pers: Cities4Forests Dukung 8 Kota di Indonesia Integrasikan Solusi Berbasis Alam.

Tingkat Pemahaman Mahasiswa terhadap Konservasi dan Pengelolaan Lingkungan

Mahrani^{1*}, Ade Idaheryana¹, Muakhilah Febi Bariya¹, Rony Irawanto²

¹ Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, Indonesia

² Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Serpong, Indonesia

*Penulis korespondensi: mahranipiliang@gmail.com

ABSTRACT

The increasing complexity of environmental issues demands a strong understanding from the younger generation, especially university students, regarding conservation and environmental management. This study aims to determine the level of student understanding of the concepts and practices of conservation and environmental management. The research employed a qualitative descriptive method using a questionnaire distributed to 116 biology students who participated in a guest lecture. The results showed that most respondents had a relatively good understanding of environmental issues, with 98.3% indicating knowledge of the concept of phytoremediation. However, this understanding was not fully reflected in practical application in daily life. Some aspects still require improvement, particularly in translating knowledge into action. These findings highlight the need to strengthen practical components in environmental education for students. This study is expected to serve as a foundation for developing more applicable curricula and educational programs that enhance student awareness and active participation in environmental conservation.

Key words:

Konservasi, lingkungan, fitoremediasi

Riwayat artikel

Diterima:17/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2025

PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan telah menjadi isu global yang mendesak, yang menarik perhatian berbagai pihak di seluruh dunia. Isu-isu seperti perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, polusi, dan degradasi sumber daya alam menjadi tantangan utama yang dihadapi oleh masyarakat global (Hastuti *et al.*, 2024). Perilaku manusia memiliki dampak yang signifikan terhadap kondisi lingkungan, sehingga pemahaman dan upaya untuk mendorong perilaku pro-lingkungan menjadi sangat krusial (Rahmawati *et al.*, 2024).

Kajian literatur menunjukkan bahwa terdapat perhatian yang signifikan terhadap studi mengenai literasi lingkungan dan perilaku pro-lingkungan. Literasi lingkungan, yang mencakup pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk memahami serta mengatasi masalah lingkungan, telah diidentifikasi sebagai faktor penting dalam mencapai keberlanjutan (Hermawan *et al.*, 2024). Beberapa penelitian telah menyoroti pentingnya pendidikan lingkungan dalam

meningkatkan kesadaran dan perilaku pro-lingkungan, baik di kalangan pelajar (Rahayu *et al.*, 2024) maupun mahasiswa (Akhtar *et al.*, 2022). Selain itu, terdapat kajian yang mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi perilaku pro-lingkungan, termasuk keyakinan, norma sosial, dan kontrol perilaku yang dirasakan (Rahmawati *et al.*, 2024).

Namun, terdapat beberapa *gap* yang teridentifikasi dari kajian literatur terdahulu. Pertama, meskipun terdapat penelitian yang mengkaji tentang perilaku pro-lingkungan (Hastuti *et al.*, 2024; Rahmawati *et al.*, 2024), masih diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai bagaimana pengetahuan tentang perubahan lingkungan memengaruhi perilaku pro-lingkungan (Abdullah *et al.*, 2023). Kedua, penelitian mengenai efektivitas pendidikan lingkungan dalam membentuk kesadaran lingkungan dan tanggung jawab sosial perlu terus dikembangkan (Rahayu *et al.*, 2024). Ketiga, masih diperlukan kajian yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang secara spesifik memengaruhi perilaku pro-lingkungan di kalangan mahasiswa Indonesia (Mkumbachi *et al.*, 2020).

Penelitian ini penting dilakukan karena pemahaman yang komprehensif mengenai tingkat pemahaman dan perilaku pro-lingkungan mahasiswa sangat penting untuk merancang intervensi pendidikan yang efektif (Akhtar *et al.*, 2022). Mahasiswa, sebagai agen perubahan masa depan, memiliki peran penting dalam upaya pelestarian lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi tingkat pemahaman mahasiswa terhadap konservasi dan pengelolaan lingkungan, serta menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi perilaku pro-lingkungan mereka.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada 14 Februari 2025. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan metode kualitatif deskriptif. Pengambilan data dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner melalui media Google Forms. Beberapa pertanyaan yang ditanyakan meliputi: nama dan jenis kelamin responden, pengetahuan mengenai BRIN dan konservasi, isu-isu lingkungan serta pemulihannya, pengetahuan mengenai konsep fitoremediasi, dan ketertarikan untuk berkolaborasi dalam pengelolaan lingkungan dan fitoremediasi. Kuisisioner disebarkan pada kuliah umum yang penyaji memberikan paparan materi atau sebagai narasumber mengenai pengenalan konservasi tumbuhan dan lingkungan. Adapun kuliah umum tersebut dilaksanakan di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Setelah menyebarkan kuisisioner, diperoleh 117 responden dari kalangan mahasiswa. Kemudian data hasil kuisisioner dianalisis deskriptif yakni dengan memaparkan atau menguraikan data dan fakta secara sistematis disertai tabel dan gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji tingkat pemahaman mahasiswa terhadap konservasi dan pengelolaan lingkungan, dengan tujuan untuk menganalisis pengetahuan, persepsi, dan perilaku mereka terkait isu-isu lingkungan. Temuan penelitian ini memberikan gambaran mengenai tingkat pemahaman mahasiswa dan faktor-faktor yang memengaruhi keterlibatan mereka dalam upaya pelestarian lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masih banyak mahasiswa yang belum terlalu tahu mengenai konservasi dan konsepnya untuk pengelolaan lingkungan, sementara banyak juga mahasiswa yang ingin tahu mengenai konsep tersebut.

A. Jenis Kelamin Responden

Salah satu aspek yang dianalisis adalah komposisi responden berdasarkan jenis kelamin, terdapat dominasi responden perempuan dalam kegiatan kuliah umum tersebut. Setelah membagikan kuisisioner, diperoleh hasil jenis kelamin responden seperti yang telah tersaji pada Gambar 1. Dari 117 responden yang telah mengisi kuisisioner, 29 responden merupakan laki-laki dan 88 responden merupakan perempuan.

B. Persepsi dan Pengetahuan Konservasi Lingkungan

Aspek selanjutnya yang diperoleh yaitu pengetahuan awal mengenai potensi konservasi dan fitoremediasi sebagai pengelolaan lingkungan dari responden yang dapat dilihat pada Gambar 4. Pada gambar tersebut, diketahui bahwa 69 orang atau 59,5% responden masih belum mengetahui tentang konsep fitoremediasi dan 48 orang atau 40,5% responden sudah tahu mengenai konsep fitoremediasi. Sementara itu seperti yang telah tersaji pada Gambar 7, 56 dari 117 responden atau 48,3% memiliki keingintahuan terhadap konsep fitoremediasi dan 61 responden sisanya memilih untuk tidak ingin tahu tentang konsep fitoremediasi. Pertanyaan lebih lanjut adalah mengenai kesediaan responden untuk mencari informasi serta lebih peka terhadap isu-isu lingkungan dan pemulihannya (Gambar 5 dan Gambar 6). Hasil kuisioner menunjukkan bahwa 99,1% responden setuju terhadap pentingnya upaya konservasi bagi pelestarian lingkungan dan Sebagian besar responden setuju terhadap kesesuaian teknologi fitoremediasi dalam pemulihan lingkungan dengan besar skor rata-rata 4 dari 5.

C. Pembahasan

Sebagaimana tertuang dalam Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Pasal 65 ayat (1) menyatakan bahwa “Setiap orang berhak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat sebagai bagian dari hak asasi manusia”. Berdasarkan undang-undang tersebut, dapat diketahui bahwa hak atas lingkungan yang baik dan sehat merupakan bagian dari hak asasi setiap warga negara. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui persepsi awal dan tingkat keingintahuan mahasiswa terhadap upaya pengelolaan lingkungan yang baik sebagai dasar dalam pengambilan kebijakan atau strategi pengenalan lingkungan. Pengetahuan awal mengenai potensi konservasi dan fitoremediasi sebagai bagian dari pengelolaan lingkungan dapat dilihat pada Gambar 4. Dalam gambar tersebut, diketahui bahwa 69 orang atau 59,5% responden belum mengetahui konsep fitoremediasi, sementara 48 orang atau 40,5% responden sudah memahami konsep tersebut. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Afifudin *et al.* (2022) yang menunjukkan bahwa 67% responden belum familiar dengan potensi tanaman dalam remediasi lingkungan, namun 97% di antaranya tertarik untuk mempelajarinya lebih lanjut. Sementara itu, sebagaimana tersaji pada Gambar 7, sebanyak 56 dari 117 responden atau 48,3% memiliki keingintahuan terhadap konsep fitoremediasi, sedangkan sisanya belum tertarik. Hasil ini diperkuat oleh penelitian Rahmawati (2023) yang menemukan bahwa keterlibatan dalam proyek pembelajaran mengenai fitoremediasi secara signifikan meningkatkan kesadaran dan kepedulian mahasiswa terhadap isu lingkungan, meskipun pemahaman awal masih rendah.

Analisis selanjutnya adalah mengenai kesediaan responden untuk mencari informasi serta lebih peka terhadap isu-isu lingkungan dan pemulihannya, sebagaimana terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Hasil kuisioner menunjukkan bahwa 99,1% responden setuju terhadap pentingnya upaya konservasi bagi pelestarian lingkungan, dan sebagian besar menyatakan setuju terhadap relevansi teknologi fitoremediasi dalam pemulihan lingkungan dengan skor rata-rata 4 dari 5. Hal ini sejalan dengan penelitian Rasyid (2023) yang menyatakan bahwa 96,05% mahasiswa menunjukkan sikap peduli lingkungan yang baik, dengan sebagian besar memiliki pengetahuan lingkungan yang tinggi. Selain itu, Ramadhani *et al.* (2023) juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis pendidikan konservasi memiliki pengaruh kuat terhadap perilaku konsumsi hijau mahasiswa, yang menjadi indikator keberhasilan pendekatan edukatif dalam meningkatkan kepedulian ekologis. Sebanyak 94% mahasiswa memahami peran BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional) dalam konteks riset dan konservasi lingkungan. Hal ini merupakan indikator positif bahwa lembaga penelitian nasional telah cukup dikenal di kalangan akademisi muda. Pengetahuan ini penting, karena lembaga seperti BRIN memainkan peran sentral dalam menyediakan data, teknologi, dan kebijakan berbasis sains yang mendukung

keberlanjutan. penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa memiliki pemahaman yang cukup baik terhadap isu-isu lingkungan. Hal ini terlihat dari tingginya persentase responden (98,3%) yang mengetahui konsep fitoremediasi, sebuah teknologi yang relevan untuk pemulihan lingkungan. Data dari file PDF juga menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa (94 dari 117) mengetahui tentang konservasi. Data pada gambar 3 menunjukkan bahwa 98,3% mahasiswa memahami konsep konservasi, Meskipun pemahaman terhadap konsep konservasi dan fitoremediasi tergolong baik, penelitian ini menemukan adanya kesenjangan antara pengetahuan dan tindakan nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Namun demikian, meskipun tingkat pengetahuan tergolong tinggi, penelitian ini mengungkap adanya kesenjangan antara pemahaman konseptual dengan tindakan nyata di kehidupan sehari-hari. Data pada gambar 4 menunjukkan bahwa hanya 59,5% mahasiswa yang benar-benar memahami konsep fitoremediasi secara menyeluruh dan mampu mengaitkannya dengan penerapan praktis. Meskipun sebanyak 99,1% mahasiswa memiliki persepsi positif bahwa konservasi berpengaruh besar terhadap pelestarian lingkungan dan menyatakan minat untuk berkolaborasi, minat tersebut belum sepenuhnya diwujudkan dalam tindakan langsung seperti terlibat dalam kegiatan penghijauan, penelitian terapan, atau proyek komunitas berbasis lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman yang bersifat teoritis belum sepenuhnya berkembang menjadi perilaku ekologis yang konkret.

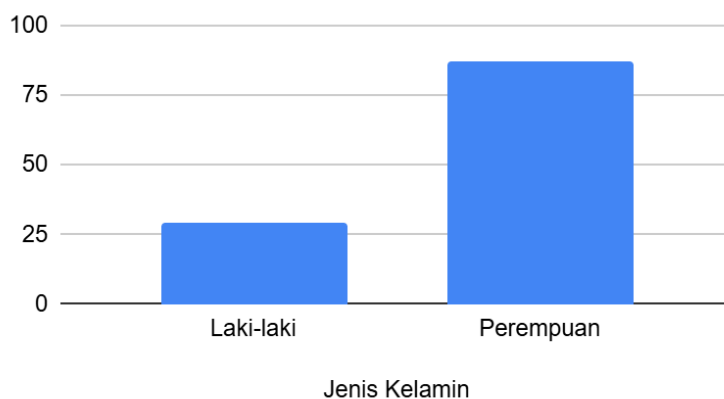
Fenomena kesenjangan antara sikap dan perilaku ini dikenal dalam literatur sebagai *attitude-behavior gap*, yaitu ketidaksesuaian antara sikap positif terhadap isu lingkungan dan perilaku aktual yang ditunjukkan individu. Penelitian oleh Aguilar dan Olayta (2024) menunjukkan bahwa meskipun mahasiswa memiliki sikap yang positif terhadap lingkungan, hal tersebut tidak selalu tercermin dalam perilaku nyata mereka. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemahaman konseptual belum sepenuhnya berkembang menjadi tindakan konkret dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk memahami lebih dalam, Teori Perilaku Terencana (*Theory of Planned Behavior*) yang dikembangkan oleh Ajzen dapat menjadi kerangka analisis yang relevan. Teori ini menyatakan bahwa perilaku individu ditentukan oleh niat (intensi), yang dipengaruhi oleh tiga faktor utama: sikap, norma sosial, dan persepsi terhadap kontrol perilaku. Dalam konteks mahasiswa, mereka mungkin memiliki sikap dan norma sosial yang mendukung perilaku pro-lingkungan, namun merasa tidak memiliki kendali, keterampilan, atau kesempatan untuk terlibat langsung dalam aksi konservasi. Akibatnya, meskipun memiliki intensi yang tinggi, hal tersebut tidak selalu berujung pada tindakan nyata. Penelitian oleh Tsai dan Tan (2022) menekankan bahwa norma moral dan tingkat pendidikan memainkan peran penting dalam mendorong perilaku perlindungan lingkungan di kalangan mahasiswa. Selaras dengan itu, Saefi *et al.* (2023) menunjukkan bahwa seluruh komponen dalam kerangka TPB secara signifikan mempengaruhi niat mahasiswa untuk mengonsumsi air keran, yang merupakan salah satu bentuk perilaku pro-lingkungan.

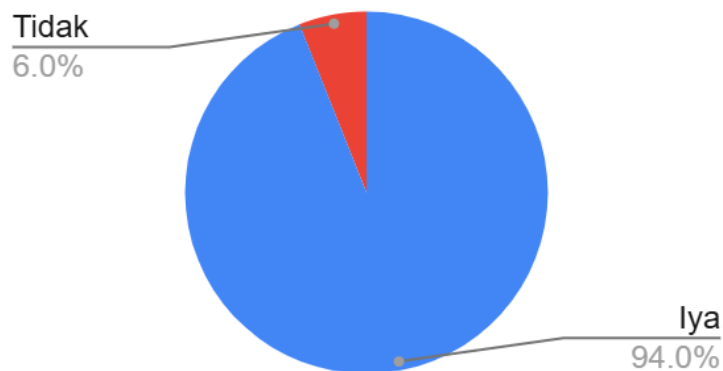
Dengan demikian, intervensi pendidikan lingkungan tidak cukup hanya menargetkan aspek kognitif atau pengetahuan semata, tetapi juga harus membekali mahasiswa dengan pengalaman langsung dan rasa percaya diri untuk bertindak. Penting bagi lembaga pendidikan tinggi untuk memperkuat integrasi aspek praktis dalam kurikulum lingkungan. Hal ini dapat dilakukan melalui kegiatan berbasis proyek, praktik lapangan, program magang konservasi, atau kerja sama dengan lembaga pengelola lingkungan seperti BRIN. Penelitian oleh Shaari dan Basir (2024) mendukung pendekatan ini dengan menunjukkan bahwa keterlibatan dalam kegiatan lingkungan serta paparan media memiliki hubungan positif yang signifikan terhadap perilaku pembelian hijau di kalangan generasi muda.

Upaya-upaya tersebut tidak hanya memberikan mahasiswa kesempatan nyata untuk mengaplikasikan pengetahuan dalam konteks dunia nyata, tetapi juga memperkuat keterampilan

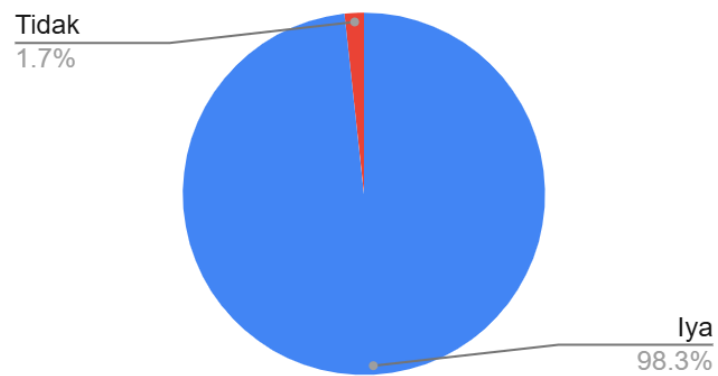
ekologis serta membentuk perilaku pro-lingkungan yang berkelanjutan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Rahayu *et al.* (2024) dan Akhtar *et al.* (2022), yang menegaskan bahwa pendidikan transformatif yang menggabungkan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik merupakan kunci dalam menciptakan agen perubahan. Melalui pendekatan ini, mahasiswa diharapkan tidak hanya memahami dan peduli terhadap isu lingkungan, tetapi juga mampu mengambil tindakan nyata dalam pelestarian lingkungan secara berkelanjutan.



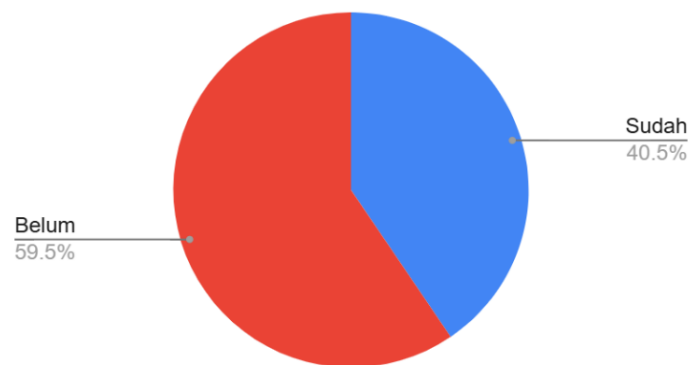
Gambar. 1 Persentase Jenis Kelamin Responden



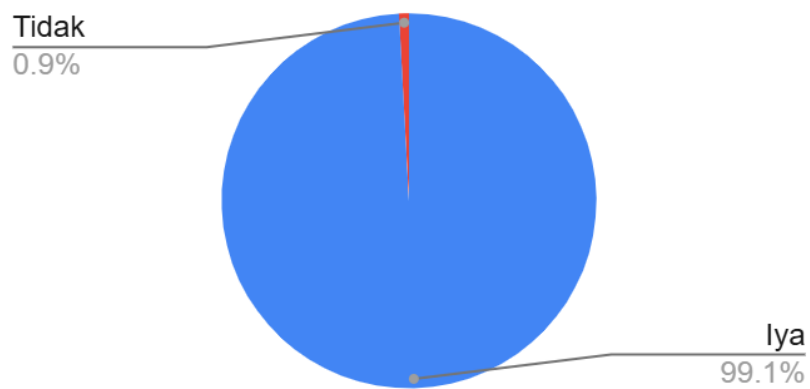
Gambar. 2 Persentase Pengetahuan Responden terkait BRIN



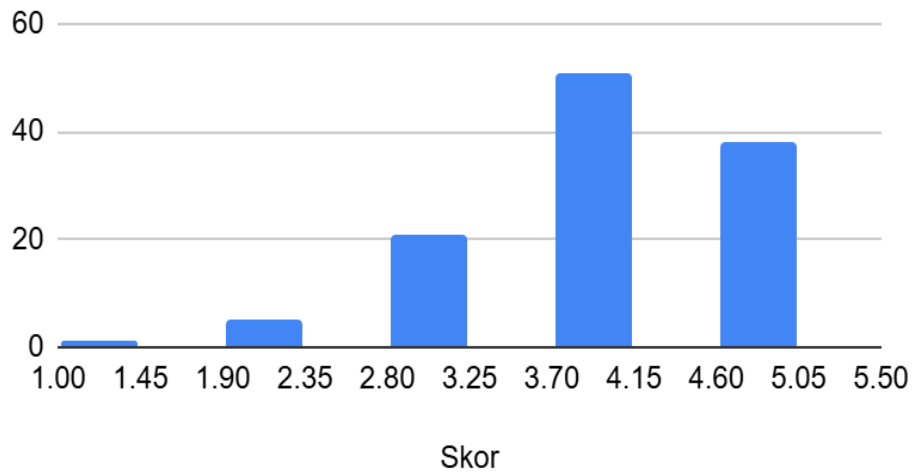
Gambar. 3 Persentase Pengetahuan Responden terkait Konservasi



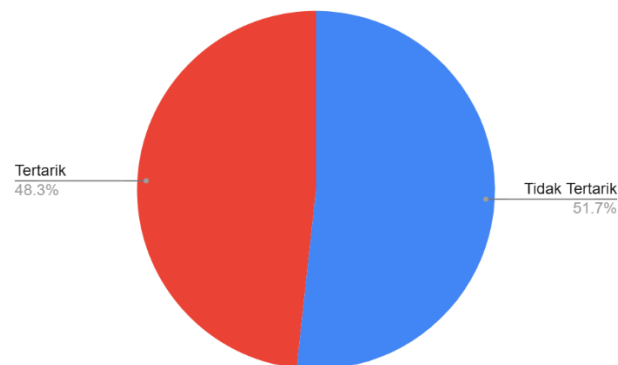
Gambar. 4 Persentase Pengetahuan Responden terkait Fitoremediasi



Gambar. 5 Persentase Persepsi Mahasiswa terhadap Pengaruh Upaya Konservasi terhadap Pelestarian Lingkungan



Gambar. 6 Persentase Persepsi Mahasiswa mengenai Kesesuaian Teknologi Fitoremediasi dalam Pemulihan Lingkungan



Gambar. 7 Persentase Ketertarikan Mahasiswa terhadap Teknologi Fitoremediasi

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa mahasiswa memiliki tingkat pemahaman yang tinggi terhadap konsep konservasi dan teknologi fitoremediasi, dengan lebih

dari 98% responden menunjukkan penguasaan pengetahuan tersebut. Pemahaman ini menunjukkan keberhasilan penyampaian materi melalui kegiatan akademik seperti kuliah umum. Namun, masih terdapat kesenjangan antara pemahaman teoretis dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, sebagaimana terlihat dari rendahnya keterlibatan mahasiswa dalam aksi nyata konservasi. Dengan demikian, tujuan penelitian tercapai dalam menunjukkan bahwa terdapat kesenjangan nyata antara aspek kognitif dan aspek praktis dalam konteks pendidikan lingkungan. Sebagai implikasi dari temuan ini, diperlukan upaya strategis dalam pendidikan tinggi untuk memperkuat integrasi pengalaman langsung dan kolaboratif dalam kurikulum, guna mendorong keterlibatan aktif mahasiswa dalam aksi konservasi. Ke depan, penelitian lanjutan dapat diarahkan pada pengembangan model pendidikan lingkungan berbasis aksi yang mampu mengurangi gap antara pemahaman dan tindakan, sekaligus membentuk karakter ekologis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta atas dukungan, fasilitas, serta akses terhadap data dan sumber daya penelitian yang telah diberikan sehingga memungkinkan terlaksananya penelitian ini hingga tahap publikasi. Selain itu, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Universitas Nusantara PGRI Kediri atas kesempatan yang diberikan untuk mempresentasikan artikel ini di forum seminar nasional. Penghargaan yang setinggi-tingginya juga saya berikan kepada para penulis dan peneliti sebelumnya yang karya-karyanya telah menjadi fondasi utama dalam tinjauan literatur penelitian ini. Dukungan, kolaborasi, serta sumber informasi yang telah diberikan memiliki nilai yang tak terhingga dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, N., Fariduddin, M. N., & Firmanshah, M. I. (2023). The Relationship of School Students' Environmental Knowledge, Attitude, Behavior, and Awareness toward the Environment: A Systematic Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(1), 471–488.
- Afifudin, A. F. M., Sari, R. P., & Irawanto, R. (2022). Persepsi masyarakat terhadap peran dan potensi tumbuhan dalam upaya perbaikan lingkungan yang tercemar. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 8(2), 142–147.
- Aguilar, M. G. W., & Olayta, J. N. (2024). Environmental Attitudes versus Behavior of Tourism Management Students: A Basis for Educational Planning and Development.
- Akhtar, S., & Rahman, M. M. (2022). Education for sustainable development: A conceptual framework of transformative learning and its application in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(5), 1050–1065.
- Hastuti, D. A., Nugroho, B. A., & Prasetyo, A. (2024). Southeast Asia's environmental challenges: Emergence of new contaminants. *Frontiers in Toxicology*, 4, 1322386.
- Hermawan, H., Rusydiyah, E. F., & Abu Bakar, M. Y. (2024). Profile, challenge, and opportunity of environmental literacy research in Indonesia: A systematic literature review. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(2), 652–666.
- Mkumbachi, B. R., & Putra, R. A. (2020). The impact of pro-environmental behavior on student well-being. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 4(4), 4040–4046.
- Rahmawati, A. Y. (2023). Fitoremediasi tanaman hydrilla (*Hydrilla verticillata*) untuk menurunkan kadar logam berat seng (Zn) dengan menggunakan sistem batch. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Rahmawati, R., & Febrianto, R. (2024). Pro-environmental behavior model among university students. *Journal of Environmental Psychology*, 45(2), 123–135.

- Ramadhani, N. A., Widodo, T., Prabowo, Y., Wahidah, N. N., & Pangestu, S. H. (2023). Pengaruh pembelajaran pendidikan konservasi terhadap perilaku konsumen hijau (Green Consumers Behavior) mahasiswa Fakultas Ekonomi angkatan 2021 di Universitas Negeri Semarang. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(2), 84–92.
- Rahayu, W. E., & Sudarmin, S. (2024). Transformasi pendidikan menuju konservasi berkelanjutan: Membangun kesadaran dan tindakan lingkungan melalui pendidikan transformatif. *Socius: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial*, 13(1), 1–10.
- Rasyid, R., Agustang, A. T. P., Aryuni, V. T., & Robo, T. (2023). Hubungan antara pengetahuan lingkungan terhadap sikap peduli lingkungan mahasiswa pendidikan geografi Universitas Khairun. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(4), 901–906.
- Saefi, M., Fauzi, A., Kristiana, E., Adi, W. C., Islami, N. N., Ikhsan, M. A., Ramadhani, M., Fitria Ningrum, D. E. A., Setiawan, M. E., & Muchson, M. (2023). Theory of Planned Behavior to Analyze Students' Intentions in Consuming Tap Water. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(3), em2236.
- Shaari, H., & Basir, N. A. A. (2024). Integrating Environmental Involvement and Media Exposure on the Theory of Planned Behavior in Explaining Green Purchase Behavior. *International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI)*, 11(5), 369–378.
- Tsai, A. Y. J., & Tan, A. Y. K. (2022). The Expanded Theory of Planned Behavior in the Context of Environmental Protection Behaviors for Undergraduates: Roles of Moral Norms and University Class Standings. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9256.

PENGARUH MEDIA PEMBELAJARAN FLASH CARD BERBASIS *AUGMENTED REALITY* (AR) PADA MATERI SISTEM PENCERNAAN MANUSIA TERHADAP HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK

Novita Rezki Kamali^{1*}, Pricillia Putri Wiratami Minggu², Merlin Tombo³

¹Universitas Negeri Gorontalo

*Penulis korespondensi: novitarezki08478@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the Effect of Augmented reality (AR)-Based Flash Card Learning Media on Human Digestive System Material on Student Learning Outcomes at MTs N 3 Bolaang Mongondow Selatan. The research method used a quasi-experimental design with a pre-test and post-test in one group. The sample consisted of 30 students selected purposively. The research instrument was a learning outcome test with a value range of 0–100, and AR flash card media was developed using applications such as Canva and Assmblredu. Data analysis was carried out using the Shapiro-Wilk normality test, descriptive statistics, correlation, and Paired Sample T-Test using SPSS. The results of the normality test showed that the pre-test (sig. 0.660) and post-test (sig. 0.591) data were normally distributed. The average pre-test score was 58.00 and the post-test 77.40, with an increase of 19.4 points. The correlation between the pre-test and post-test was 0.850 (sig. 0.000). The paired t-test showed a significant difference (sig. 0.000), with a mean difference of -19.40 and a calculated t-value of -22.287. The conclusion of the study is that AR-based flashcard media effectively improves student learning outcomes through interactive visualization and higher motivation. This study recommends the use of AR as an alternative innovative learning media in junior high schools.

Key words:

Learning Media, Augmented reality, Flash Cards, Learning Outcomes, Human Digestive System

Riwayat artikel

Diterima:7/12/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Pendidikan di era digital saat ini menghadapi tantangan untuk membuat proses pembelajaran lebih menarik dan efektif, terutama di sekolah menengah pertama seperti MTs N 3 Bolaang Mongondow Selatan. Salah satu inovasi teknologi yang berkembang pesat adalah *Augmented reality* (AR), yang memungkinkan integrasi dunia nyata dengan elemen virtual. AR telah diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan, untuk meningkatkan pemahaman siswa melalui pengalaman interaktif. Pada materi biologi, khususnya sistem pencernaan manusia, konsep abstrak seperti proses pencernaan sering kali sulit dipahami siswa tanpa bantuan visualisasi yang tepat.

Pembelajaran konvensional yang menggunakan gambar dua dimensi serta teks kadang-kadang tidak memberikan pemahaman yang jelas tentang struktur dan proses yang berlangsung dalam sistem pencernaan. Dengan demikian, diperlukan inovasi dalam media pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami konsep yang bersifat abstrak dengan lebih mudah (Daryanto, 2013; Susanto, 2017).

Flash card merupakan media sederhana yang sering dipakai dalam proses belajar mengajar, tetapi keefektifannya bisa ditingkatkan dengan menggabungkannya dengan teknologi AR. Flash card yang didukung AR memungkinkan siswa untuk melihat animasi organ pencernaan dalam bentuk tiga dimensi lewat perangkat smartphone, sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan memberikan pengalaman visual yang lebih hidup. Ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengindikasikan bahwa AR dapat meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman konsep melalui visualisasi yang interaktif (Hidayat, 2020; Wibowo, 2020; Yuliana, 2021).

Media pembelajaran tradisional seperti flash card sering digunakan untuk mengulang materi, namun dengan integrasi AR, flash card dapat menjadi lebih dinamis. Flash card berbasis AR memungkinkan siswa untuk melihat animasi 3D organ pencernaan, seperti lambung atau usus, yang muncul saat kartu dipindai melalui perangkat mobile. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar, mempermudah pemahaman konsep, dan pada akhirnya meningkatkan hasil belajar siswa di MTs N 3 Bolaang Mongondow Selatan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan AR dalam pembelajaran telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan hasil akademik (misalnya, penelitian oleh Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018, yang menunjukkan peningkatan pemahaman siswa pada materi sains melalui AR). Namun, di Indonesia, khususnya di daerah seperti Bolaang Mongondow Selatan, penelitian tentang flash card berbasis AR pada materi sistem pencernaan manusia masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menguji efektivitas media tersebut di MTs N 3 Bolaang Mongondow Selatan.

Walaupun telah banyak penelitian yang mengeksplorasi media pembelajaran berbasis AR, kajian tentang penggunaan flash card yang difasilitasi AR untuk materi Sistem Pencernaan Manusia di Tingkat MTs masih tergolong minim. Penelitian sebelumnya menekankan bahwa media AR memberikan efek positif terhadap pembelajaran sains dan meningkatkan hasil belajar siswa melalui pendekatan visual yang lebih nyata (Prasetyo, 2020; Mahardika, 2021). Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan media flash card berbasis AR terhadap hasil belajar siswa di MTs N 3 Bolaang Mongondow Selatan.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain quasi-eksperimental dengan metode pre-test dan post-test pada satu kelompok. Siswa diberikan pre-test sebelum perlakuan, kemudian mengikuti pembelajaran menggunakan flash card berbasis AR, dan diakhiri dengan post-test. Desain ini sesuai untuk mengukur perubahan hasil belajar akibat intervensi. Populasi penelitian adalah siswa kelas VIII di MTs N 3 Bolaang Mongondow Selatan. Sampel berjumlah 30 siswa yang dipilih secara purposive, dengan kriteria kelas dengan nilai rata-rata tinggi. Instrumen utama adalah tes hasil belajar berupa soal pilihan ganda tentang sistem pencernaan manusia, dengan rentang nilai 0–100. Media flash card AR dikembangkan menggunakan aplikasi seperti Canva atau AssemblrEdu, yang menampilkan animasi organ pencernaan saat kartu dipindai. Data dikumpulkan melalui pre-test dan post-test. Analisis dimulai dengan uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk di SPSS. Jika data normal, dilanjutkan dengan uji Paired Sample T-Test untuk melihat perbedaan signifikan antara pre-test dan post-test. Statistik deskriptif dan korelasi juga dihitung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian dapat dilihat dalam tabel 1 yakni nilai *pretest* dan *post test* peserta didik sebelum menggunakan media flashcard berbasis *augmented reality* dalam pembelajaran dan posttest peserta didik setelah menggunakan media flashcard berbasis *augmented reality* dalam pembelajaran.

Tabel 1. Hasil Pre-test dan Post-test Peserta Didik

Siswa	Pre_Test	Post_Test
1	63	81
2	58	88
3	65	85
4	72	86
5	58	82
6	58	72
7	72	93
8	66	76
9	56	69
10	64	85
11	56	79
12	56	77
13	61	81
14	44	63
15	46	58
16	55	71
17	51	69
18	62	87
19	52	74
20	48	59
21	71	93
22	58	76
23	60	77
24	48	71
25	55	80
26	60	85
27	50	66
28	63	81
29	55	76
30	57	82

Dari hasil *pretest* dan *posttest* didapat peningkatan hasil belajar peserta didik setelah menggunakan media flashcard berbasis *augmented reality* di kelas VIII MTs N 3 Bolaang Mongondow Selatan. Hasil uji t berpasangan menggunakan SPSS disajikan dalam tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil uji t

Paired Samples Test

		Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	T	Df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	PRE TEST - POST TEST	-19.40000	4.76771	.87046	-21.18029	-17.61971	-22.287	29	.000

B. Pembahasan

Berdasarkan data hasil perhitungan uji t berpasangan didapatkan hasil sebesar Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai Sig. (2-tailed) adalah 0,000, yang berarti jauh lebih kecil daripada batas signifikansi 0,05. Karena nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pre-test dan post-test. Dengan kata lain, pembelajaran menggunakan media flash card berbasis AR memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik.

Selain itu, nilai mean difference sebesar -19,40 menunjukkan bahwa rata-rata nilai post-test lebih tinggi dibandingkan pre-test. Hal ini memperkuat kesimpulan bahwa peserta didik mengalami peningkatan pemahaman dan penguasaan materi setelah mengikuti pembelajaran dengan media AR. Nilai t-hitung sebesar -22,287 yang sangat jauh dari 0 juga mengindikasikan bahwa perbedaan antara kedua nilai tersebut sangat signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan hasil belajar peserta didik dengan menggunakan media flashcard berbasis *augmented reality* artinya media ini efektif untuk digunakan dalam pembelajaran.

Peningkatan rata-rata nilai dari 58,00 menjadi 77,40 (selisih 19,4 poin) menunjukkan dampak positif AR pada materi sistem pencernaan manusia. Hal ini sejalan dengan teori bahwa AR meningkatkan keterlibatan siswa melalui interaktivitas (Azuma, 1997). Korelasi tinggi (0,850) antara pre-test dan post-test menunjukkan konsistensi kemajuan siswa, meskipun ada variasi individu. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, seperti ukuran sampel kecil (30 siswa) dan durasi pembelajaran terbatas. Faktor eksternal seperti akses teknologi juga perlu dipertimbangkan, terutama di daerah seperti Bolaang Mongondow Selatan.

SIMPULAN

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran flash card berbasis AR merupakan salah satu inovasi media yang layak untuk diterapkan dalam proses pembelajaran, terutama pada materi yang membutuhkan visualisasi dan interaksi tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik dan peningkatan nilai belajar siswa di MTs N 3 Bolaang Mongondow Selatan, pembelajaran dengan AR sangat direkomendasikan sebagai alternatif media pembelajaran yang dapat meningkatkan efektivitas hasil belajar siswa.

Hasil penelitian juga memberikan beberapa saran yakni,

1. Bagi guru : Terapkan flash card AR dalam pembelajaran biologi untuk meningkatkan motivasi siswa.
2. Bagi peneliti selanjutnya: Lakukan penelitian dengan sampel lebih besar dan bandingkan dengan media lain.
3. Bagi sekolah: Investasi dalam teknologi AR untuk mendukung pembelajaran digital di MTsN 3 Bolaang Mongondow Selatan.

DAFTAR RUJUKAN

- Asyhar, R. (2012). Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran. Jakarta: Referensi.
- Arsyad, A. (2019). Media Pembelajaran. Jakarta: Rajawali Pers.
- Bawono, M. (2020). Pemanfaatan *Augmented reality* dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 9(2), 112–120.
- Daryanto. (2013). Media Pembelajaran. Yogyakarta: Gava Media.
- Ekawati, E. (2021). Penggunaan Media AR dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Biologi. *Jurnal EduBiologia*, 8(1), 45–52.
- Fadillah, A. (2020). Pengembangan Media Berbasis Teknologi dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 6(2), 33–40.
- Hariyanto, D. (2019). Efektivitas Media Interaktif pada Materi Sistem Pencernaan. *Jurnal Pendidikan Sains*, 7(3), 77–85.
- Hidayat, R. (2020). Implementasi AR dalam Pembelajaran IPA SMP. *Jurnal TeknoEdu*, 4(1), 12–20.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). *Augmented reality* for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Kurniawan, F. (2020). Media Pembelajaran Berbasis AR untuk Meningkatkan Motivasi Belajar. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 22(1), 55–65.
- Lestari, W. (2018). Penggunaan Media Gambar 3D dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal EduBio*, 3(2), 88–95.
- Mahardika, D. (2021). Penggunaan Aplikasi AssemblrEdu dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Teknologi Edukasi*, 10(1), 23–31.
- Mulyani, S. (2018). Inovasi Pembelajaran Berbasis Teknologi. *Jurnal Sains dan Edukasi*, 14(2), 119–126.
- Prasetyo, A. (2020). Pengaruh Media Visual terhadap Hasil Belajar IPA. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 5(1), 14–22.
- Putri, N. (2021). Pengembangan Media Flash Card Biologi. *Jurnal BioEdu*, 6(2), 71–79.
- Rahayu, S. (2020). Media Pembelajaran Interaktif Berbasis AR. *Jurnal Teknologi Informasi Pendidikan*, 7(1), 9–18.
- Sari, D. (2019). Pemanfaatan Smartphone sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Edukreatif*, 5(2), 55–63.
- Susanto, H. (2017). Pembelajaran IPA Berbasis Visualisasi. *Jurnal Pendidikan IPA*, 3(2), 101–108.
- Wibowo, T. (2020). Efektivitas Media AR dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Pendidikan Dasar dan Sains*, 8(1), 67–75.
- Yuliana, R. (2021). Media Berbasis AR untuk Pembelajaran Interaktif. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 4(2), 44–52.
- Zakaria, A. (2021). Integrasi Teknologi AR dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Modern*, 8(3), 90–97.

Analisis Kebutuhan Sumber Belajar Tambahan Mahasiswa Pendidikan Biologi pada Mata Kuliah Struktur Dan Perkembangan Tumbuhan

M. Raffi Fahriza¹, Sulistiono¹, Ida Rahmawati¹

¹Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: raffifarizal15567@gmail.com

ABSTRACT

Students have many and various learning resources. In the Plant Structure and Development course, especially in the topic of root and stem anatomical structure, several learning resources with more attractive pictures and simple, clear explanations are needed. One learning resource that provides clear pictures and explanations is an e-booklet. This study aims to identify the need for learning resources and teaching materials in the Plant Structure and Development course of the Biology Education Study Program at Universitas Nusantara PGRI Kediri, particularly for the topic of root and stem anatomical structure. The method used in this study was descriptive qualitative, with observations carried out using a Google Form questionnaire distributed to respondents through a WhatsApp group, then analyzed using descriptive statistics. This research was conducted in November 2025. The respondents were two lecturers of the SPT course and 30 Biology Education students at Universitas Nusantara PGRI who had already taken the SPT course. The results of this study are divided into two parts. First, the answers from the two SPT lecturers showed that preserved specimens and an e-booklet of the anatomical structure of roots and stems of local plants are needed as additional learning resources for students. Second, the results of the student questionnaire showed that more than 50% of the students mostly needed additional learning resources in the form of preserved specimens and an e-booklet on the root and stem structure of local plants.

Key words:

Learning Resources, E-Booklet, Course, Biology

Riwayat artikel

Diterima:7/12/2026

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Pembelajaran yang efektif pada jenjang perguruan tinggi pasti dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mendukung baik dari luar atau dalam diri mahasiswa. Salah satu komponen penting yang dapat mendukung keefektifan belajar mahasiswa yaitu sumber belajar (Agil *et al.*, 2025). Sumber belajar merupakan segala sesuatu yang dapat memberikan keefektifan atau kemudahan untuk memperoleh informasi dalam proses pembelajaran (Suryaningsih, 2018). Beberapa

sumber belajar yang dapat digunakan pada pembelajaran adalah media cetak, buku, majalah, dan artikel (Wulandari *et al.*, 2016). Sumber belajar dalam bentuk buku elektronik saat ini sudah berkembang, salah satunya buku saku elektronik atau *e-booklet*. *E-booklet* menjadi sumber belajar yang praktis, efektif, dan dapat meningkatkan pemahaman konsep materi (Hoiroh *et al.*, 2020). Karena *e-booklet* memiliki banyak visual atau gambar untuk menyampaikan materi pembelajaran secara ringkas (Darlen *et al.*, 2015).

Struktur Perkembangan Tumbuhan adalah salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh Mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri. Mata Kuliah ini banyak menjelaskan terkait struktur dan perkembangan tumbuhan baik internal maupun eksternal dari tumbuhan. Salah satu sub capaian pada mata kuliah ini adalah mahasiswa diharapkan mampu memahami seluruh materi dan menganalisis bagian-bagian internal maupun eksternal tumbuhan. Salah satu materi yang memerlukan sumber belajar yang jelas dan detail adalah tentang struktur anatomi akar dan batang. Sumber belajar yang diperlukan antara lain adalah foto/gambar atau preparat yang bisa diamati di bawah mikroskop. Pengamatan menggunakan preparat awetan struktur anatomi jaringan tumbuhan memberikan hasil yang lebih detail dan jelas terhadap struktur mikroskopis yang sulit diamati oleh mata secara langsung (Lestari *et al.*, 2025).

Sumber belajar yang sering digunakan pada Mata Kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan ini adalah bahan ajar dari dosen pengampu. Mahasiswa juga banyak menggunakan sumber belajar lainnya seperti buku, artikel, dan juga menggunakan tumbuhan di lingkungan sekitar. Penggunaan tumbuhan di lingkungan sekitar sesuai dengan *roadmap* penelitian Program Studi Pendidikan Biologi Universitas nusantara PGRI Kediri yaitu biodiversitas tanaman lokal. Penggunaan tumbuhan disekitar sebagai sumber ajar atau bahan praktikum tentu membutuhkan referensi dalam mengidentifikasi morfologi setiap bagian organ internal atau eksternal tumbuhan tersebut. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi kebutuhan sumber belajar dan bahan ajar pada Mata Kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri, khususnya pada materi struktur anatomi akar dan batang.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2025 di Prodi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri, dengan metode deskriptif kualitatif. Responden penelitian adalah 2 dosen pengampu MK Struktur dan Perkembangan Tumbuhan serta 30 mahasiswa Pendidikan Biologi yang sudah pernah menempuh mata kuliah tersebut. Instrumen yang digunakan adalah angket wawancara untuk dosen dan untuk mahasiswa. Angket wawancara untuk dosen terdiri dari lima pertanyaan sebagai berikut : (1) Apa saja sumber/bahan ajar yang bapak gunakan dalam pembelajaran mata kuliah Struktur Perkembangan Tumbuhan khususnya pada materi struktur anatomi akar dan batang?, (2) Apa kendala terkait sumber/bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran mata kuliah Struktur Perkembangan Tumbuhan (SPT) khususnya pada materi struktur anatomi akar dan batang?, (3) Apa yang masih dibutuhkan terkait sumber/bahan ajar pada pembelajaran mata kuliah Struktur Perkembangan Tumbuhan (SPT) khususnya pada materi struktur anatomi akar dan batang? (4) Apakah sebelumnya sudah ada pengembangan e-booklet yang membahas materi struktur anatomi akar dan batang?, (5) Apakah untuk pembelajaran materi struktur anatomi akar dan batang diperlukan e-booklet?. Angket wawancara mahasiswa terdiri dari enam pertanyaan sebagai berikut : (1) Pada mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT) menurut saudara, apakah masih memerlukan sumber belajar tambahan pada materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan?, (2) Pada materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan apakah saudara diminta mencari sumber

belajar tambahan?, (3) Apakah untuk mempelajari struktur anatomi akar dan batang tersedia preparat awetan akar dan batang yang memadai?, (4) Menurut saudara, Apakah pengembangan e-booklet sebagai sumber belajar tambahan sesuai dengan materi struktur anatomi akar dan batang pada mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT)?, (5) Menurut saudara apakah pada pembelajaran mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT) khususnya materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan kebanyakan menggunakan contoh jenis tanaman lokal?, (6) Sumber belajar apa yang sering saudara gunakan khususnya tentang materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan?. Analisis dilakukan secara statistik deskriptif berupa presentase skor hasil pada setiap indikator pada angket (Fahriza & Nurmilawati, 2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil jawaban dari angket wawancara dosen pengampu mata kuliah SPT tersaji pada tabel 1. Sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil jawaban angket wawancara dosen pengampu mata kuliah SPT

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa saja sumber/bahan ajar yang bapak gunakan dalam pembelajaran mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT) khususnya pada materi struktur anatomi akar dan batang?	Sumber atau bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT) khususnya pada materi struktur akar dan batang yaitu buku ajar, PPT, Preparat segar, artikel ilmiah, dan preparat awetan.
2.	Apa kendala terkait sumber/bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT) khususnya pada materi struktur anatomi akar dan batang?	Preparat awetan yang tersedia sudah banyak yang rusak sehingga mahasiswa kesulitan untuk mempelajari struktur anatomi melalui mikroskop. Juga adanya kesulitan dalam mendapatkan sumber referensi terbaru.
3.	Apa yang masih dibutuhkan terkait sumber/bahan ajar pada pembelajaran mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT) khususnya pada materi struktur anatomi akar dan batang?	Preparat awetan akar dan batang tanaman lokal. Terutama bagian akar, karena untuk membuat preparat segar dari organ akar sangat susah.
4.	Apakah sebelumnya sudah ada pengembangan e-booklet yang membahas materi struktur anatomi akar dan batang?	Belum ada pengembangan <i>E-Booklet</i> yang membahas materi struktur anatomi akar dan batang
5.	Apakah untuk pembelajaran materi struktur anatomi akar dan batang diperlukan e-booklet?	E-Booklet sebagai sumber belajar atau bahan ajar tambahan memang diperlukan. Khususnya yang membahas struktur anatomi akar dan batang tumbuhan lokal.

Dari hasil jawaban angket wawancara dosen pengampu mata kuliah SPT pada tabel 1 menunjukkan bahwa diperlukan preparat awetan dan *e-booklet* struktur anatomi akar dan batang tumbuhan lokal sebagai sumber belajar tambahan bagi mahasiswa.

Selanjutnya dilakukan juga wawancara pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi yang sudah pernah menempuh pembelajaran mata kuliah SPT. Hasil responden tersaji pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil jawaban angket wawancara mahasiswa

No	Pertanyaan	Jawaban			
		Sangat setuju	Setuju	Kurang setuju	Tidak setuju
1.	Pada mata kuliah Struktur Perkembangan Tumbuhan (SPT) menurut saudara, apakah masih memerlukan sumber belajar tambahan pada materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan?	40%	60%	0%	0%
2.	Pada materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan apakah saudara diminta mencari sumber belajar tambahan?	33,3%	56,7%	3,3%	6,7%
3.	Apakah untuk mempelajari struktur anatomi akar dan batang tersedia preparat awetan akar dan batang yang memadai?	10%	23,3%	43,3%	23,3%
4.	Menurut saudara, Apakah pengembangan e-booklet sebagai sumber belajar tambahan sesuai dengan materi struktur anatomi akar dan batang pada mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT)?,	76,7%	23,3%	0%	0%
5.	Menurut saudara apakah pada pembelajaran mata kuliah Struktur Perkembangan Tumbuhan (SPT) khususnya materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan kebanyakan menggunakan contoh jenis tanaman lokal?	16,7%	70%	6,7%	6,7%

Tabel 2. menyajikan hasil responden atau jawaban mahasiswa dari pertanyaan pada angket wawancara . Hasil jawaban pertanyaan pertama ditunjukkan 40% sangat setuju dan 60% setuju bahwa masih dibutuhkan sumber belajar tambahan pada materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan. Hal ini menunjukkan lebih dari 50% rata-rata mahasiswa membutuhkan sumber belajar tambahan pada mata kuliah SPT khususnya materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan. Hasil jawaban pertanyaan kedua yaitu 33,3% sangat setuju dan 56,7% setuju pada saat pembelajaran mata kuliah SPT khususnya materi struktur akar dan batang tumbuhan diminta mencari sumber belajar tambahan. Rata-rata lebih dari 50% mahasiswa diminta mencari sumber belajar tambahan pada saat pembelajaran mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan khususnya materi struktur akar dan batang tumbuhan. Hasil dari pertanyaan ketiga menunjukkan 23,3% tidak setuju dan 43,3% kurang setuju jika preparat awetan struktur anatomi akar dan batang tumbuhan tersedia dan memadai untuk digunakan sebagai sumber atau bahan ajar pada mata kuliah SPT. Berarti lebih dari 50% rata-rata mahasiswa menyatakan bahwa preparat awetan yang digunakan masih kurang memadai untuk digunakan pada pembelajaran mata kuliah SPT khususnya materi struktur anatomi akar dan batang. Hasil jawaban pertanyaan keempat yaitu 76,7% sangat setuju dan 23,3% setuju dengan adanya pengembangan *e-booklet* sebagai sumber belajar tambahan sesuai dengan materi struktur anatomi akar dan batang pada mata kuliah SPT. Ditunjukkan rata-rata lebih dari 50% mahasiswa dominan menyatakan bahwa diperlukan pengembangan *e-booklet* struktur anatomi akar dan batang pada mata kuliah SPT. Hasil responden pertanyaan kelima yaitu 16,7% sangat setuju dan 70% setuju bahwa pembelajaran pada mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT) khususnya materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan kebanyakan menggunakan contoh jenis tanaman lokal. Dari hal tersebut rata-rata lebih dari 50% mahasiswa menyatakan bahwa kebanyakan

contoh jenis tanaman yang digunakan pada mata kuliah struktur dan perkembangan tumbuhan khususnya materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan adalah tanaman lokal.

Tabel 3. Hasil jawaban angket wawancara mahasiswa

No	Pertanyaan	Jawaban		
		Buku	Internet/artikel/jurnal	Yang lainnya
1.	Sumber belajar apa yang sering saudara gunakan khususnya tentang materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan?.	18,3%	83,3%	3,3%

Hasil dari jawaban angket wawancara pertanyaan pada tabel 3 menunjukkan bahwa sumber belajar yang sering digunakan pada mata kuliah SPT khususnya pada materi struktur anatomi akar dan batang yaitu 18,3% Buku, 83,3% internet/artikel/jurnal, dan yang lainnya 3,3%. Lebih dari 50% rata-rata mahasiswa sering menggunakan sumber belajar dari internet/artikel/jurnal. Sumber belajar dari internet/artikel/jurnal belum tentu memadai, jelas, dan detail. Apalagi beberapa artikel kurang dilengkapi dengan gambar yang jelas. Maka dari itu pengembangan *E-Booklet* perlu dilakukan pada mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT) khususnya materi struktur anatomi akar dan batang tumbuhan lokal. Hal ini dilakukan untuk menambah keefektifan belajar mahasiswa. Penggunaan *e-booklet* pada pembelajaran, telah terbukti mampu mengatasi kendala pada pencarian sumber belajar (Viola & Fernades, 2021), meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada materi stomata (Setyana, *et al.*, 2024) dan materi trikhoma (Arianti, *et. al.*, 2024). Tidak hanya hasil belajar tetapi juga meningkatkan motivasi belajar karena desain yang tersusun dari beberapa elemen tersebut disajikan dalam bentuk PDF yang ringkas, jelas, tegas, menarik, dan mudah dipahami. Pengembangan *e-booklet* juga dapat mendukung perkembangan zaman dalam bidang IPTEK dengan ilmu pengetahuan yang disajikan dengan menggunakan teknologi dan dibentuk suatu file buku saku elektronik atau *E-Booklet* hingga mudah untuk dibuka dan dibagikan dimanapun dan kapanpun berada (Qomariah *et al.*, 2022).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa pada pembelajaran MK Struktur dan Perkembangan Tumbuhan khususnya pada materi struktur anatomi akar dan batang diperlukan *e-booklet* sebagai sumber belajar tambahan yang berisi struktur anatomi akar dan batang dari tumbuhan lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada seluruh pihak yang mendukung penelitian ini. Khususnya pada Dosen pengampu mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh responden Mahasiswa Pendidikan Biologi yang sudah memberikan jawaban atas wawancara yang diberikan.

DAFTAR RUJUKAN

Arianti, W., Sulistiono, S., & Rahmawati, I. (2024). Pengembangan E-Booklet Tipe-Tipe Trikoma pada Marga Ipomoea yang ada di Kediri Raya sebagai Referensi Belajar Mata Kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan. In *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan, Sains dan Pembelajaran*, 4 (1), 666-673.

- 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.
- Darlen, R.F., Sjarkawi, S., & Lukman, A. (2015). Pengembangan e-book interaktif untuk pembelajaran fisika SMP. *Jurnal Tekno-Pedagogi*, 5(1), 13–23.
- Fahriza, M. R., dan Nurmilawati, M. (2024). Persepsi Mahasiswa Pendidikan Biologi pada Mata Kuliah Bahasa Inggris. In *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan, Sains dan Pembelajaran*, 4 (1), 812-822.
- Hoiroh, A. M. M. (2020). Pengembangan Media Booklet Elektronik Materi Jamur Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas X SMA. *BIOEDU Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(1), 292–301. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- Lestari, R. W., Aziz, F., Adelia, K. A. C., Panjaitan, D., & Septya, L. (2025). Peningkatan Keterampilan Guru-Guru Biologi SMA di Palangkaraya dalam Pelatihan Pembuatan Preparat Permanen Jaringan Tumbuhan Sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Mandala Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 291-298.
- Muarif, R. A. F., & Hasannudin, H. (2025). Pengaruh Fasilitas Kampus Dan Sumber Belajar Terhadap Motivasi Belajar Mahasiswa Pendidikan Matematika Uin Suska Riau. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 2(4), 96-104.
- Prananta, R., & Safitri, N. Q. L. (2023). Tahapan Pembuatan E-Booklet Sebagai Media Informasi Objek Wisata Kedung Kandang di Desa Wisata Nglanggeran. *Electronical Journal of Social and Political Sciences (E-SOSPOL)*, 9(4), 393-405.
- Sakai, S. (2002). *General Flowering In Lowland Mixed Dipterocarp Forests Of South-East Asia*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 75(2): 233-247.
- Setyana, P. E. W., Sulistiono, S., & Rahmawati, I. (2024). Pengembangan Ebooklet Tipe Dan Jumlah Stomata Marga Ipomoea Di Kediri Raya Sebagai Sumber Belajar Mata Kuliah Struktur Dan Perkembangan Tumbuhan. In *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan, Sains dan Pembelajaran*. 4(1), 656-665.
- Suryaningsih, Y. (2018). Ekowisata sebagai sumber belajar biologi dan strategi untuk meningkatkan kepedulian siswa terhadap lingkungan. *Bio Educatio*, 3(2), 279-299.
- Violla, R., & Fernandes, R. (2021). Efektivitas Media Pembelajaran E-Booklet Dalam Pembelajaran Daring Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Sosiologi. *Jurnal Sikola: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(1), 13-23.
- Wulandari, S., Suarsini, E., & Ibrohim, I. (2016). *Pemanfaatan Sumber Belajar Handout Bioteknologi Lingkungan Untuk Meningkatkan Pemahaman konsep Mahasiswa S1 Universitas Negeri Malang* (Doctoral dissertation, State University of Malang).

Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Kahoot Terhadap Motivasi Belajar Siswa Di SMP Negeri 4 Satap Biluhu

Suherni^{1*}, Sri Rahayung Nusi¹, Melisa Pakaya¹, Tri Vinesa Moha¹

¹Universitas Negeri Gorontalo

*Penulis Korespondensi: suherni821@guru.smp.belajar.id

ABSTRACT

This study aims to determine whether the use of Kahoot learning media has an effect on student learning motivation at SMP Negeri 4 Satap Biluhu. The background of this study is based on the use of digital media, including Kahoot, as an interactive quiz in learning, which can be considered to encourage student motivation and engagement. However, learning media does not always increase student learning motivation if it does not match the students' characteristics. This study uses a quantitative approach with a simple linear regression model. The research sample consisted of 30 students. The research instrument was a student learning motivation questionnaire. Data analysis was carried out using normality tests, homogeneity tests, linearity tests, and F tests (simultaneous) using the SPSS application. The results of the normality test showed that the data were normally distributed because the Kahoot learning media was $0.17 > 0.05$ and motivation was $0.705 > 0.05$. The homogeneity test produced a significant value of $0.210 > 0.05$, which means the data is homogeneous. The linearity test showed a linear relationship between the variables because the deviation from linearity value was $0.672 > 0.05$. However, based on the F test, the calculated F value was 1.261, which was smaller than the F table value of 2.79 with a significant value greater than 0.05, so there was no significant influence between the Kahoot media on student learning motivation. Thus, it can be concluded that the use of Kahoot media does not affect student learning motivation at SMP Negeri 4 Satap Biluhu. This media can create a fun learning atmosphere, but it cannot increase learning motivation if it is not combined with appropriate learning strategies.

Key words:

Learning motivation, Kahoot media

Riwayat artikel

Diterima:4/12/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Motivasi belajar merupakan salah satu faktor penting yang berperan dalam keberhasilan pada proses pembelajaran siswa. Di mana siswa dengan motivasi belajar yang tinggi

akan lebih aktif, antusias, dan memiliki keinginan yang kuat untuk memahami mata pelajaran. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa banyak siswa yang memiliki motivasi belajar yang rendah. Hal ini terlihat dari kurangnya perhatian siswa selama pembelajaran berlangsung, minimnya partisipasi dalam diskusi, serta rendahnya inisiatif untuk mengerjakan tugas tanpa paksaan. Kondisi tersebut berdampak pada hasil belajar yang kurang optimal dan rendahnya keterlibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Meningkatnya motivasi belajar siswa didukung oleh media pembelajaran yang menarik (Lisnani dan Immanuel, 2020). Adanya inovasi dalam pembelajaran merupakan solusi untuk menurunkan kejenuhan dan kebosanan siswa dalam proses pembelajaran yang disampaikan oleh guru. Oleh karena itu, perlu adanya pemilihan media pembelajaran yang menarik dan menyenangkan sehingga dapat memberikan dorongan tersendiri bagi siswa dalam proses pembelajaran.

Media pembelajaran yang menarik dapat dijadikan sebagai cara untuk menumbuhkan motivasi belajar siswa. Perkembangan teknologi saat ini membuka peluang bagi guru untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, menarik, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik pada abad 21. Salah satu media pembelajaran berbasis teknologi yang mulai banyak digunakan adalah media Kahoot. Kahoot adalah sebuah aplikasi online yang memungkinkan pengguna membuat dan memperestasikan soal-soal dalam bentuk *game* (Iwamoto *et.al*, 2017). Kahoot adalah platform pembelajaran berbasis permainan yang memungkinkan siswa mengikuti kuis interaktif secara real-time melalui laptop, tablet, maupun *smartphone*. Media Kahoot merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Media Kahoot merupakan salah satu alternatif dari berbagai macam media pembelajaran interaktif yang menjadikan proses pembelajaran menyenangkan dan tidak membosankan baik bagi peserta didik maupun guru itu sendiri. Kahoot melibatkan hubungan peran aktif siswa dengan rekan-rekannya secara kompetitif terhadap pembelajaran sedang atau telah dipelajarinya (Ahmad, 2007). Dengan memanfaatkan Kahoot, siswa tidak hanya menerima materi secara pasif, tetapi juga terlibat langsung dalam proses pembelajaran melalui aktivitas menjawab soal, memberikan respon yang cepat, dan bersaing secara sehat dengan teman-teman mereka. Kegiatan ini, diharapkan dapat meningkatkan minat, semangat, motivasi, serta rasa percaya diri siswa dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan uraian di atas, penggunaan media Kahoot dalam pembelajaran diharapkan dapat menjadi alternatif solusi untuk meningkatkan motivasi belajar siswa yang selama ini masih rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dengan judul **"Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Kahoot Terhadap Motivasi Belajar Siswa Di SMP Negeri 4 Satap Biluhu"**, dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana media Kahoot memberikan kontribusi terhadap peningkatan motivasi belajar siswa pada pembelajaran di sekolah.

METODE

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian regresi linear sederhana. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menguji hubungan dan pengaruh antara variabel bebas dan variabel terikat melalui analisis statistik.

Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 4 Satap Biluhu pada semester Ganjil Tahun Pelajaran 2025/2026, setelah proses pembelajaran dengan media Kahoot.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian adalah siswa SMP Negeri 4 Satap Biluhu. Sampel penelitian menggunakan teknik total sampling, sehingga seluruh siswa berjumlah 30 orang dijadikan sampel penelitian.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terdiri dari:

- Variabel bebas (X) : Penggunaan media Kahoot
- Variabel terikat (Y) : Motivasi belajar siswa

Definisi Operasional Variabel

1. Media Kahoot (X) pengkuran dilakukan melalui skor angket persepsi siswa terhadap penggunaan media Kahoot
2. Motivasi belajar (Y) pengkran dilakukan dengan menggunakan angket motivasi belajar

Teknik Pengumpulan Data

1. Pelaksanaan pembelajaran menggunakan media Kahoot
2. Pembagian dan pengisian angket motivasi belajar siswa
3. Pengumplan dan pengolahan data hasil angket menggunakan aplikasi SPSS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil responden media dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil responden media

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Jumlah
1	2	2	2	2	4	5	2	5	3	3	4	4	2	1	3	2	4	3	4	56
2	2	2	2	1	4	5	3	5	3	3	3	5	2	1	3	5	3	4	5	61
3	3	3	2	2	3	3	2	5	3	3	4	4	1	1	4	3	4	3	5	58
4	2	2	2	1	3	5	3	3	3	3	4	4	1	1	2	4	3	3	4	53
5	2	2	2	1	3	3	2	4	3	3	4	5	1	1	3	5	3	2	5	54
6	3	2	2	1	3	3	2	4	3	4	5	5	2	1	3	3	3	3	5	58
7	2	3	2	2	3	5	2	4	4	3	4	4	1	1	2	5	4	3	5	59
8	2	3	3	1	2	5	3	5	5	4	5	5	1	1	2	5	4	3	5	59
9	2	3	2	1	2	5	3	4	3	3	5	5	1	1	3	5	5	2	4	59
10	2	2	2	1	3	4	2	3	3	3	4	3	1	1	2	3	4	3	3	51
11	3	3	3	2	3	5	3	5	3	4	4	5	2	1	3	4	5	3	4	69
12	2	3	3	1	3	5	3	5	4	3	4	5	1	1	2	5	3	3	5	60
13	2	3	2	2	3	5	3	4	5	4	5	5	1	1	3	5	4	3	5	64
14	2	2	3	1	2	5	4	5	4	3	5	5	2	1	2	5	4	4	4	64
15	2	2	2	2	3	4	3	4	3	3	4	4	1	1	2	3	4	3	5	56
16	2	2	2	2	4	5	2	3	2	3	4	5	1	1	2	4	4	3	4	58
17	3	2	2	2	3	5	3	4	4	2	4	5	1	1	2	3	4	2	4	55
18	3	3	3	2	2	5	4	5	4	3	5	5	1	1	3	3	5	3	5	65
19	4	3	2	1	1	3	3	5	2	3	4	4	2	1	2	2	4	3	4	56
20	3	2	2	1	3	5	3	5	3	3	5	5	1	1	2	4	5	3	5	60
21	2	3	2	1	3	4	2	5	4	4	3	4	1	1	2	5	3	3	4	56
22	3	2	2	2	2	5	2	5	3	2	4	4	1	1	2	5	3	3	4	56
23	3	2	2	1	4	5	3	4	3	3	4	5	1	1	2	5	3	3	3	57

24	2	2	2	2	2	5	2	5	4	2	5	5	1	2	2	5	3	3	5	58
25	2	3	3	1	4	4	3	4	3	3	5	4	1	1	3	4	3	3	3	57
26	2	3	2	1	2	5	3	5	3	3	5	5	1	1	2	3	2	4	5	57
27	3	2	1	1	3	3	3	3	3	3	5	5	1	1	3	4	4	3	4	55
28	2	2	2	1	3	5	2	4	4	5	5	4	1	1	2	3	4	3	5	57
29	2	2	2	1	3	3	1	3	3	2	4	5	1	2	2	4	3	3	4	50
30	2	3	1	1	2	4	3	3	3	3	3	4	2	1	3	4	3	4	3	52

Responden Motivasi

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Jumlah
1	4	5	4	5	1	4	5	2	4	2	5	5	1	1	1	4	4	5	4	66
2	5	4	4	4	1	5	3	3	3	3	4	3	3	1	1	3	3	1	5	58
3	5	4	5	4	1	3	1	1	4	5	4	5	1	3	4	5	4	1	5	65
4	5	5	4	5	1	5	5	1	5	3	5	5	1	1	1	3	5	5	5	70
5	5	5	3	5	1	5	5	1	5	3	5	5	1	1	1	3	5	5	5	69
6	5	5	4	3	1	5	5	1	1	2	5	5	1	1	1	5	5	5	5	69
7	5	4	5	3	1	5	2	2	2	1	4	1	1	1	1	1	5	1	5	49
8	5	5	4	4	1	5	3	2	4	2	5	5	2	1	1	4	2	5	5	49
9	5	5	5	5	1	5	3	1	5	3	5	5	1	1	1	5	5	5	5	73
10	5	5	5	4	1	2	2	1	4	4	4	4	2	2	2	2	4	4	4	65
11	5	5	5	5	1	5	5	2	5	2	5	5	1	1	1	5	5	5	5	73
12	5	3	3	3	1	4	4	1	5	4	5	4	1	1	1	5	5	3	5	62
13	5	5	4	5	1	5	5	2	5	2	5	5	1	1	1	4	5	5	5	71
14	5	5	5	5	1	5	5	5	5	2	5	5	1	5	5	5	5	5	5	84
15	5	5	5	5	1	4	5	1	4	2	5	5	1	1	1	4	5	4	5	68
16	5	5	5	5	1	5	5	1	5	3	5	5	1	1	1	4	5	5	5	72
17	5	5	5	5	1	5	5	1	4	2	5	5	1	1	1	5	5	1	5	68
18	5	5	5	3	1	5	5	1	5	3	5	5	1	1	5	3	5	3	5	66
19	4	5	4	4	1	2	4	1	4	4	4	4	2	2	1	4	4	4	4	63
20	5	5	1	5	5	5	1	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	79
21	5	5	5	5	1	5	5	5	1	5	5	2	1	5	1	5	5	5	5	79
22	5	5	4	5	1	5	3	1	5	1	5	5	1	1	1	5	5	1	5	61
23	5	5	4	5	1	5	5	1	5	1	5	5	1	1	5	5	5	5	5	70
24	5	5	5	5	1	5	5	1	5	2	5	5	1	1	5	5	5	5	5	76
25	5	5	5	5	1	5	5	1	5	1	5	5	1	1	1	5	5	5	5	75
26	5	5	5	4	1	1	1	2	1	1	5	4	1	1	1	5	5	1	5	54
27	5	5	5	5	1	5	5	1	5	2	5	5	1	1	1	5	5	5	5	72
28	5	5	5	5	1	5	5	1	5	5	5	5	1	2	1	5	5	5	5	76
29	5	5	5	5	1	3	3	2	3	3	5	5	1	1	1	1	5	4	3	60
30	5	5	5	5	1	3	3	1	3	3	5	5	2	1	2	3	5	1	1	57

Tabel 2 Hasil uji normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Media	.192	30	.006	.950	30	.171
Motivasi	.099	30	.200 [*]	.976	30	.705

*. This is a lower bound of the true significance.

Uji normalitas data sesuai Tabel 2 dilakukan untuk mengetahui normal tidaknya data hasil tes angket yang disebarkan. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa kolmogorov-smirnov dan Shapiro-Wilk. Karena data nilai df 30, maka dilakukan uji normalitas Shapiro-Wilk. Berdasarkan hasil analisis tersebut variabel media dan motivasi memiliki nilai yang lebih besar dari taraf signifikansi yaitu untuk media $0,171 > 0,05$ dan Motivasi $0,705 > 0,05$. Hal ini berarti bahwa data analisis media Kahoot dan motivasi belajar terdistribusi normal.

Tabel 3. Hasil uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Motivasi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.620	6	15	.210

Uji homogenitas sesuai Tabel 3 dilakukan untuk mengetahui bahwa kelompok data sampel berasal dari populasi yang memiliki variansi sama/homogen. Dasar pengambilan keputusan untuk uji homogenitas ini jika nilai signifikansi lebih dari 0,05 maka distribusi data dikatakan homogen. dan Jika nilai signifikan kurang dari 0,05 maka distribusi data dikatakan tidak homogen. Berdasarkan hasil uji homogenitas di atas memiliki nilai yang lebih besar dari taraf signifikansi yaitu $0,210 > 0,05$. Hal ini berarti bahwa data homogen karena $> 0,05$.

Tabel 4. Uji Linearitas

ANOVA Table

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
	(Combined)	906.350	14	64.739	.813	.648
Between Groups	Linearity	101.350	1	101.350	1.273	.277
<u>Motivasi</u> * Media	Deviation from Linearity	805.000	13	61.923	.778	.672
Within Groups		1193.950	15	79.597		
Total		2100.300	29			

Uji linearitas sesuai Tabel 4 dilakukan untuk mengetahui bentuk hubungan variabel bebas dan variabel terikat. Dasar pengambilan keputusan untuk uji linearitas adalah jika nilai signifikansi *deviation from linearity* lebih dari 0,05, maka terdapat hubungan yang linear antara variabel bebas dan variabel terikat. Dan jika nilai signifikan *deviation from linearity* kurang dari 0,05 maka tidak terdapat hubungan yang linear antara variabel bebas dan variabel terikat. Berdasarkan hasil uji linearitas di atas memiliki nilai yang lebih besar dari taraf signifikansi yaitu $0,672 > 0,05$. Hal ini berarti bahwa terdapat hubungan linear antara variabel bebas dan variabel terikat karena nilai signifikan *deviation from linearity* $> 0,05$.

Tabel 5. Hasil uji F

ANOVA

media

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	346.167	19	18.219	1.261	.364
Within Groups	144.500	10	14.450		
Total	490.667	29			

Uji F sesuai Tabel 5 dilakukan untuk mengetahui apakah semua variabel independen yang dimasukkan model regresi mempunyai pengaruh secara bersama-sama terhadap variabel dependen atau terikat. Dasar pengambilan keputusan untuk uji F atau uji simultan adalah nilai signifikan dan nilai F tabel. Jika nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka terdapat pengaruh bersama-sama antara variabel bebas dan variabel terikat. Dan jika nilai signifikan lebih dari 0,05 maka tidak terdapat pengaruh antara variabel bebas dan variabel terikat. Jika nilai F hitung lebih besar dari F tabel maka terdapat pengaruh bersama-sama. Berdasarkan hasil F hitung di atas memiliki nilai F hitung yang lebih kecil dari F tabel yaitu $1,261 < 2,79$. Hal ini berarti bahwa tidak terdapat pengaruh antara variabel bebas dan variabel terikat karena nilai signifikan $> 0,05$ dan nilai F hitung $<$ dari nilai F tabel.

Analisis yang digunakan adalah mencari hubungan antara variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y). Untuk mengetahui apakah kedua data signifikan atau tidak, maka dapat dilakukan uji normalitas, uji homogenitas dan uji linearitas serta uji F. Berdasarkan keempat uji tersebut maka hubungan antara media Kahoot dan motivasi belajar siswa tidak signifikan. Hal ini berarti H_0 diterima dan H_1 ditolak. Dengan demikian maka tidak terdapat "Pengaruh media Kahoot terhadap motivasi belajar siswa kelas VII Pada SMP Negeri 4 Satap Biluhu.

PEMBAHASAN

Hasil analisis data secara statistik menunjukkan bahwa media pembelajaran Kahoot tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap motivasi belajar siswa kelas VII SMP Negeri 4 Satap Biluhu. Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi pendidikan yang menarik tidak selalu menjadi faktor keputusan bagi peningkatan motivasi belajar siswa. Motivasi belajar siswa sangat dipengaruhi oleh faktor internal seperti minat, kemauan belajar, tujuan pribadi, dan kepercayaan disertai kebutuhan atau gaya belajar siswa. Jika siswa sejak awal tidak memiliki minat kuat, penggunaan media digital inovatif tidak serta-merta mengubah motivasi tersebut. Beberapa siswa menggunakan Kahoot hanya sebagai permainan, bukan sebagai sarana pembelajaran. Ketika fokus siswa bukan pada pemahaman materi tetapi hanya pada skor permainan, maka peningkatan motivasi belajar akademik tidak terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran bukan faktor utama pembentuk motivasi belajar, melainkan hanya pendukung.

Motivasi belajar dapat muncul apabila kebutuhan belajar siswa terpenuhi, seperti rasa aman, dukungan, penghargaan, dan kebermaknaan pembelajaran. Kahoot memang menyenangkan, namun media tersebut belum sepenuhnya menjawab kebutuhan belajar yang mendalam. Siswa membutuhkan penjelasan konsep, contoh soal bertahap, bimbingan guru, dan afirmasi atas usaha yang mereka lakukan. Pembelajaran berbasis kuis cepat seperti Kahoot cenderung berfokus pada kecepatan menjawab dan ketepatan skor sehingga siswa dengan

kecepatan berpikir berbeda dapat merasa tertinggal. Oleh karena itu, meskipun Kahoot menghadirkan suasana belajar yang menyenangkan, kebutuhan belajar siswa secara mendasar belum terpenuhi, sehingga motivasi belajar tidak mengalami peningkatan.

Pada awal penggunaan Kahoot, kelas menjadi lebih hidup dan siswa tampak antusias. Mereka berlomba menjawab pertanyaan dan merasa bersemangat ketika nama mereka berada di posisi teratas. Namun antusiasme tersebut tidak secara otomatis berubah menjadi motivasi belajar setelah pembelajaran selesai. Setelah permainan berakhir, sebagian siswa kembali pasif, kurang berinisiatif, dan kurang tertarik mempelajari materi lebih lanjut. Ini menunjukkan *motivation to play* $\neq$ *motivation to learn*. Dengan kata lain, Kahoot berhasil membangkitkan kesenangan sesaat, tetapi tidak menumbuhkan motivasi belajar jangka panjang.

Tidak semua siswa nyaman dengan kompetisi. Siswa dengan prestasi tinggi merasa percaya diri karena sering menang, namun siswa dengan prestasi rendah cenderung merasa malu dan tertekan ketika berada pada peringkat terbawah. Beberapa siswa menjadi takut salah dan enggan menjawab cepat. Tekanan psikologis ini secara perlahan mengurangi kepercayaan diri dan menghambat motivasi belajar. Kondisi seperti ini umum terjadi di kelas, ketika pembelajaran berbasis kompetisi hanya menguntungkan siswa tertentu, tetapi tidak ramah bagi semua. Serta kondisi jaringan internet yang tidak stabil dapat menjadi faktor untuk dapat menurunkan semangat siswa dalam permainan games.

Selama permainan Kahoot, sebagian besar siswa menjawab cepat agar peringkatnya naik. Fokus mereka bukan pada memahami pertanyaan, tetapi agar mendapat skor tinggi. Akibatnya, setelah permainan selesai, banyak siswa tidak dapat menjelaskan kembali alasan jawaban mereka. Kondisi ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa game-based quiz lebih meningkatkan keterlibatan aktivitas daripada pemahaman konsep jika tidak diikuti penguatan guru. Dengan kata lain, siswa menang dalam game tetapi tidak menang dalam belajar.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data statistik menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, uji linearitas, dan uji F, diperoleh hasil bahwa media pembelajaran Kahoot tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap motivasi belajar siswa kelas VII SMP Negeri 4 Satap Bilihu. Hal ini diperkuat oleh hasil pengujian yang menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 serta nilai F hitung lebih kecil dari F tabel, sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Hasil tersebut sejalan dengan temuan pada pembahasan yang menunjukkan bahwa penggunaan Kahoot memang meningkatkan antusiasme siswa pada saat permainan berlangsung, tetapi kesenangan tersebut tidak berkembang menjadi motivasi belajar jangka panjang. Sebagian siswa menggunakan Kahoot sebagai permainan, bukan sebagai sarana memahami materi. Selain itu, faktor internal seperti minat, kemauan belajar, tujuan pribadi, dan kepercayaan diri ternyata lebih dominan dalam membentuk motivasi belajar dibandingkan hanya penggunaan media pembelajaran digital.

Pembelajaran berbasis permainan seperti Kahoot juga tidak memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi semua siswa. Beberapa siswa merasa tertekan karena kompetisi skor, sementara siswa dengan kemampuan lebih rendah cenderung kehilangan percaya diri ketika nilai peringkatnya selalu rendah. Kondisi jaringan internet yang kurang stabil semakin memperburuk kenyamanan belajar sehingga mengurangi motivasi siswa selama proses pembelajaran menggunakan Kahoot.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media Kahoot hanya berfungsi sebagai pendukung pembelajaran dan bukan faktor utama penentu peningkatan motivasi belajar siswa. Untuk meningkatkan motivasi belajar, siswa tetap memerlukan pemenuhan kebutuhan belajar seperti bimbingan guru, penjelasan konsep, penghargaan, serta lingkungan belajar yang nyaman dan mendukung.

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Bagi Guru

Guru dapat menggunakan media pembelajaran yang menarik, sehingga siswa dapat lebih tertarik dan dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.

2. Bagi Sekolah

Sekolah dapat menyediakan fasilitas belajar khususnya media pembelajaran inovatif yang dapat mendukung kegiatan pembelajaran di sekolah, membangun budaya yang aktif dan kolaboratif di lingkungan sekolah, meningkatkan fasilitas dan koneksi internet di kelas.

3. Bagi Murid

Dapat meningkatkan motivasi belajar siswa baik dari dalam diri maupun dari luar diri siswa, dapat memilih lingkungan belajar yang baik sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad, A. (2007). Media Pembelajaran. Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makasar.
- Amelia, R., & Aulia, R. (2020). Penggunaan Kahoot dalam Pembelajaran untuk Meningkatkan Partisipasi dan Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Pedagogik*, 9(1), 52–61.
- Arsyad, A. (2011). Media Pembelajaran. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.
- Bahar, Herwina, Dewi Setyaningsih, Laily Nurmalia, dan Linda Astriani. (2020). Efektifitas Kahoot Bagi Guru Dalam Pembelajaran Di Sekolah Dasar. *KACANEGERA, Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 3 (2).
- Budianto, A. (2019). Media Pembelajaran Kahoot. Jurnal Candi: Yogyakarta.
- Damayanti, N. A., & Dewi, R. M. (2021). Pengembangan Aplikasi Kahoot Sebagai Media Evaluasi Hasil Belajar Siswa. *EDUKATIF : JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, 3(4), 1647–1659. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4.656>
- Daryances, F., & Ririen, D. 2020. Efektivitas Penggunaan Aplikasi Kahoot Sebagai Alat Evaluasi Pada Mahasiswa. *Journal of National Science and Intregation*, III(2), 172-186.
- Dewi, V. P., & Karim, H. (2025). Efektivitas Penggunaan Kahoot dalam Pembelajaran untuk Meningkatkan Minat dan Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan Nusantara*, 6(2), 88–96.
- Emda, Amna. 2018. Kedudukan Motivasi Belajar Peserta didik Dalam Pembelajaran. *Lantanida Journal*, 5 (2), 172–182.
- Fitri, S., & Masitah, W. (2024). Pengaruh Media Kahoot terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP Muhammadiyah 12 Binjai. *Jurnal Bilqolam*, 4(2), 115–124.
- Harlina, Nor. Z. M., & Ahmad, A. (2017). Pembelajaran Interaktif Berasaskan Aplikasi Kahoot dalam Pengajaran Abad ke-12. *Seminar Serantau*, 627-635. Diunduh 20 Oktober 2019 dari <https://seminarserantau2017.files.wordpress.com/2017/09/74-harlina-binti-ishak.pdf>
- Hanifah, M. (2021). Persepsi Siswa terhadap Penggunaan Kahoot sebagai Media Pembelajaran Interaktif. *Jurnal Pendidikan Digital*, 3(1), 31–38.
- Indah, P. & Supriyadi. (2021). Implementasi Kahoot dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SMP. *Jurnal MathEdu*, 6(2), 45–53.
- Irwan, I., Luthfi, Z. F., & Walidi, A. (2019). Efektifitas Penggunaan Kahoot! Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Pedagogia : Jurnal Pendidikan*, 8(1), 95–104. <https://doi.org/10.21070/pedagogia.v8i1.1866>

- Iwamoto, D. H., Hargis, J., Taitano, E. J., & Vuong, K. (2017). *Analyzing The Efficacy Of The Testing Effect Using KahootTM On Student Performance*. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 18(2), 80–93.
- Lisnani, Lisnani, dan Gunadi Emmanuel. 2020. Analisis Penggunaan Aplikasi KAHOOT dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 4 (2), 155–167.
- Ningrum, G., D., K., (2018). Studi Penerapan Media Kuis Interaktif Berbasis Game Edukasi Kahoot Terhadap Hasil Belajar. *Vox Edukasi, Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 9 (1).
- Rahayu, N., & Syahputra, F. (2025). Pengaruh Media Pembelajaran Kahoot Berbasis Game terhadap Motivasi Belajar Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Inovatif*, 12(1), 44–52.
- Rifa'i, (2012). Faktor Yang Mempengaruhi Motivasi Belajar. Jogjakarta: Rajagrafindo Persada.
- Sari, D. A., & Hasan, R. (2023). Respon Siswa terhadap Penggunaan Kahoot sebagai Media Evaluasi Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Informatika*, 11(2), 58–66.
- Zahra, N. & Ramadhani, L. (2023). Game-Based Learning Menggunakan Kahoot untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Pembelajaran Interaktif*, 5(4), 140–150.

Analisis Kebutuhan Pengembangan Panduan Praktikum Mikroteknik Sederhana Berbasis Pewarna Alami pada Materi Jaringan Tumbuhan

Fika Nur Andini Putri^{1*}, Tutut Indah Sulistiyowati¹, Dwi Ari Budiretnani¹

¹ Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis Korespondensi: fika.nap254@gmail.com

ABSTRACT

Direct practical activities significantly reinforce students' theoretical understanding. One essential biology practical activity at the high school (SMA) level is the microscopic observation of plant cell structures (plant tissue). However, the implementation of plant tissue practicals in schools faces several obstacles, including the limited availability of microscopic slides, the high cost of purchasing commercial prepared slides, and the difficulties teachers encounter in preparing microscopy-based learning media. This research aims to identify the actual condition of plant tissue practical implementation in schools, the constraints faced by teachers and students, and the resulting need for a simplified practical guide that utilizes natural dyes as an alternative to synthetic stains. The method employed in this study is descriptive qualitative, with data collected through interviews and a need analysis questionnaire distributed to biology teachers in several high schools and vocational schools (SMA/equivalent) in Kediri. The research findings indicate a strong need among teachers for a practical guide that is easy to implement, economical, and utilizes natural materials. The combined scores across the three analyzed aspects are: Availability and Constraints (77%), Need for Learning Media (91%), and Urgency for Independent Slide Preparation (96%). The independent preparation of plant tissue slides is highly desired by teachers, as it is expected to enhance students' practical skills and deepen their conceptual understanding of plant tissues.

Key words:

Plant Tissue, Practical Guide, Slide Preparation

Riwayat artikel

Diterima:23/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Praktikum memfasilitasi pengembangan keterampilan proses sains seperti mengamati, mengukur, menginterpretasi, dan menyimpulkan, sehingga membantu peserta didik mencapai pemahaman konsep yang abstrak secara lebih bermakna (Dewi *et al.*, 2016). Salah satu materi esensial yang idealnya ditunjang oleh kegiatan praktikum adalah jaringan tumbuhan, mengingat pemahaman yang komprehensif hanya dapat dicapai melalui pengamatan struktur mikroskopis. Namun, di lapangan, pelaksanaan praktikum jaringan tumbuhan seringkali terkendala. Keterbatasan alat dan bahan menjadi faktor utama yang menghambat aktivitas laboratorium berjalan optimal, sehingga pendidik terpaksa mengganti praktikum dengan pendekatan pembelajaran yang lebih teoretis (Rahmah *et al.*, 2021).

Secara teknis, proses pembuatan preparat awetan jaringan tumbuhan melibatkan serangkaian tahap mikroteknik, seperti fiksasi, pewarnaan, penjernihan, dan *mounting*, yang bertujuan mempertahankan integritas struktur jaringan dalam jangka waktu lama. Pewarna memiliki fungsi vital untuk meningkatkan kontras visual struktur jaringan yang sulit diamati dalam kondisi alami (Nurhayati, 2019). Meskipun pewarna sintetis seperti *safranin* dan *fast green* umum digunakan, ketersediaannya di sekolah seringkali terbatas dan disertai harga yang relatif mahal. Hal ini memicu munculnya inovasi berupa pemanfaatan pewarna alami sebagai solusi alternatif. Berbagai studi telah memvalidasi efektivitas bahan-bahan alami lokal, seperti filtrat bunga flamboyan (*Delonix regia*) (Jannah *et al.*, 2021), ekstrak kunyit (*Curcuma domestica*) (Ode *et al.*, 2022), dan ekstrak daun pacar (*Lawsonia inermis*) (Ahmad *et al.*, 2013), sebagai pewarna alternatif dalam preparasi jaringan tumbuhan. Penggunaan pewarna alami ini tidak hanya menawarkan aspek ekonomis, tetapi juga mendukung praktik *green chemistry* yang berkelanjutan.

Namun, terlepas dari keberhasilan inovasi pewarna alami, adopsi dan implementasinya di tingkat sekolah masih belum optimal. Hambatan utama yang teridentifikasi adalah minimnya ketersediaan panduan praktikum yang dirancang secara sistematis dan fokus pada metode yang sederhana dan kontekstual. Banyak laboratorium sekolah masih berjuang dengan fasilitas minimal baik dari segi jumlah mikroskop, kelengkapan alat preparasi, maupun ketersediaan preparat komersial (Rezeqi, 2012). Temuan ini diperkuat oleh Dewi *et al.* (2016), yang menekankan perlunya inisiatif kreatif dari pendidik untuk menanggulangi keterbatasan sarana. Kesenjangan ini secara jelas menggarisbawahi urgensi pengembangan Panduan Praktikum Mikroteknik Sederhana berbasis Pewarna Alami yang dapat memberdayakan guru dan siswa.

Melihat pentingnya pengalaman praktikum untuk pemahaman struktur jaringan tumbuhan dan adanya kendala fasilitas yang dihadapi sekolah, maka pelaksanaan analisis kebutuhan terhadap penyusunan panduan praktikum mikroteknik sederhana berbasis pewarna alami menjadi langkah awal yang strategis. Panduan ini diharapkan mampu menjadi solusi praktis untuk mengatasi keterbatasan sumber daya laboratorium, sekaligus memperkuat keterampilan ilmiah siswa, dan meningkatkan pemahaman konsep jaringan tumbuhan melalui pengalaman belajar yang autentik dan relevan.

METODE

Penelitian ini mengadopsi pendekatan deskriptif kualitatif dengan tujuan utama mendeskripsikan secara komprehensif kondisi aktual pelaksanaan praktikum materi jaringan tumbuhan di SMA. Hasil penelitian ini berfokus pada penentuan analisis kebutuhan (*need assessment*) yang terperinci terkait pengembangan panduan praktikum mikroteknik sederhana berbasis pewarna alami. Subjek penelitian ini adalah guru mata pelajaran Biologi yang secara spesifik mengampu kelas XI dan memiliki pengalaman mengajar materi jaringan tumbuhan. Penentuan subjek dilakukan melalui teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan responden yang memiliki relevansi langsung dengan fokus penelitian dan bersedia berpartisipasi dalam proses pengumpulan data melalui angket dan wawancara. Pemilihan subjek yang tepat menjamin data yang diperoleh merefleksikan kebutuhan praktis di lapangan.

Teknik Analisis Data

Data angket dianalisis menggunakan perhitungan persentase (*descriptive statistics*) untuk mengukur tingkat persetujuan dan kebutuhan guru pada setiap aspek. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Persentase Persetujuan (P)} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Interpretasi persentase hasil perhitungan dikategorikan berdasarkan kriteria sebagai berikut:

Tabel 1. Interpretasi persentase

Persentase (%)	Jenis Pohon
0 – 20%	Sangat Rendah
21 – 40%	Rendah
41 – 60%	Sedang
61 – 80%	Tinggi
81 – 100%	Sangat Tinggi

Hasil analisis ini akan menjadi dasar penentuan tingkat kendala praktikum, tingkat kebutuhan media mikroskopis, dan tingkat urgensi inisiatif pembuatan preparat mandiri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pendahuluan ini menghasilkan tiga temuan utama yang bersumber dari analisis kebutuhan guru, yang dikelompokkan berdasarkan aspek ketersediaan dan kendala, kebutuhan media pembelajaran, serta urgensi pembuatan preparat mandiri. Rangkuman hasil perhitungan persentase respons guru melalui angket disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Persentase repons guru melalui angket

Aspek	Persentase	Kategori
Aspek Kebutuhan Media Pembelajaran	Selama ini pembelajaran jaringan tumbuhan lebih banyak menggunakan gambar dari buku atau internet $37/50 \times 100 = 74\%$	Sangat Tinggi
	Pembelajaran jaringan tumbuhan akan lebih menarik jika menggunakan media nyata seperti preparat mikroskopis $50/50 \times 100 = 100\%$	
	Pembuatan preparat jaringan tumbuhan dapat membantu memahami konsep jaringan dengan baik $50/50 \times 100 = 100\%$	
Aspek Ketersediaan dan Kendala	Sekolah memiliki keterbatasan jumlah preparat jaringan tumbuhan untuk praktikum $35/50 \times 100 = 70\%$	Tinggi
	Biaya pembelian preparat jadi (komersial) cukup mahal bagi sekolah $50/50 \times 100 = 100\%$	
	Praktikum jaringan tumbuhan sering tertunda karena kurangnya alat dan bahan preparat $33/50 \times 100 = 66\%$	
	Guru mengalami kesulitan dalam menyiapkan media pembelajaran berbasis mikroskop $36/50 \times 100 = 72\%$	
Aspek Urgensi Pembuatan	Perlu dilakukan pembuatan preparat jaringan tumbuhan secara mandiri di sekolah $47/50 \times 100 = 94\%$	Sangat Tinggi

Preparat Mandiri	Pembuatan preparat sendiri dapat menumbuhkan keterampilan praktikum siswa	50/50 x 100 = 100%
	Dengan membuat preparat sendiri, siswa akan lebih memahami langkah kerja ilmiah	48/50 x 100 = 96%

1. Ketersediaan Preparat dan Kendala Pelaksanaan Praktikum

Hasil analisis data menunjukkan bahwa aspek ketersediaan preparat dan kendala pelaksanaan praktikum memperoleh nilai persentase 77%. Nilai ini mengindikasikan adanya kendala yang signifikan dan dihadapi oleh mayoritas sekolah dalam menyelenggarakan praktikum materi jaringan tumbuhan. Temuan kunci menunjukkan bahwa 70% guru melaporkan keterbatasan jumlah preparat mikroskopis yang tersedia, dan secara absolut 100% guru setuju bahwa biaya pembelian preparat komersial (*ready-made*) terlalu mahal bagi institusi sekolah.

Hasil ini mengukuhkan temuan dari berbagai penelitian terdahulu yang secara konsisten melaporkan bahwa sebagian besar SMA di Indonesia menghadapi keterbatasan fasilitas laboratorium, khususnya ketersediaan preparat mikroskopis dan bahan kimia esensial, yang berakibat pada pelaksanaan praktikum yang suboptimal atau bahkan tertunda (Dewi *et al.*, 2016; Rahmah *et al.*, 2021; Rezeqi, 2012). Pernyataan 66% guru yang menyebutkan praktikum sering tertunda semakin memperjelas kondisi bahwa minimnya sarana prasarana mendorong guru untuk mengganti kegiatan praktik dengan metode ceramah atau penggunaan media visual yang kurang otentik.

Selain itu, 72% guru juga melaporkan mengalami kesulitan dalam menyiapkan media pembelajaran berbasis mikroskop secara mandiri. Kesulitan ini bersumber dari tuntutan proses preparasi awetan yang memerlukan peralatan spesifik, bahan kimia tertentu, dan alokasi waktu yang memadai. Kondisi defisit ini secara langsung membatasi pengalaman belajar siswa yang seharusnya memperoleh kesempatan kritis untuk melakukan observasi visual terhadap kompleksitas struktur jaringan tumbuhan. Secara keseluruhan, temuan ini mencerminkan adanya kesenjangan substansial antara tuntutan kurikulum yang menekankan pembelajaran berbasis praktikum dengan kondisi riil ketersediaan sumber daya laboratorium di sekolah.

2. Kebutuhan Media Pembelajaran Mikroskopis

Analisis terhadap aspek kebutuhan media pembelajaran menunjukkan persentase yang sangat tinggi, yaitu 91%. Data yang dikumpulkan mengungkap bahwa 74% guru masih menjadikan gambar dari buku teks atau sumber internet sebagai media utama dalam pengajaran jaringan tumbuhan. Namun, secara paradoks, 100% guru meyakini bahwa penggunaan media nyata berupa preparat mikroskopis memiliki daya tarik yang jauh lebih besar bagi siswa dan berpotensi kuat menumbuhkan rasa ingin tahu mereka terhadap struktur mikroskopis.

Temuan ini selaras dengan hasil penelitian yang menegaskan bahwa pengalaman visual langsung melalui mikroskop dapat berkontribusi signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep (Herawati *et al.*, 2020). Lebih lanjut, 100% guru menyatakan bahwa kegiatan pembuatan preparat dapat mendukung siswa memahami konsep jaringan tumbuhan secara lebih efektif dibandingkan sekadar mengandalkan media gambar.

Hal ini memperkuat pandangan bahwa pembelajaran biologi, terutama pada materi yang bersifat mikroskopis, menuntut pengalaman praksis agar siswa tidak hanya berfokus pada penghafalan nama-nama jaringan, tetapi juga mampu menginternalisasi struktur dan fungsinya melalui observasi langsung (Nur *et al.*, 2020). Oleh karena itu, kebutuhan akan media

mikroskopis yang memadai dan mudah diakses menjadi urgensi utama dalam upaya peningkatan kualitas pendidikan biologi.

3. Urgensi Pembuatan Preparat Jaringan Tumbuhan Secara Mandiri

Aspek urgensi pembuatan preparat mandiri memperoleh persentase tertinggi, mencapai 96%. Sebanyak 94% guru menilai bahwa inisiatif pembuatan preparat jaringan secara mandiri harus diintegrasikan dalam kegiatan sekolah, terutama sebagai respons langsung terhadap keterbatasan aksesibilitas preparat komersial.

Dalam konteks pengembangan keterampilan, 100% guru berpendapat bahwa kegiatan pembuatan preparat sendiri efektif dalam menumbuhkan keterampilan praktikum siswa. Pandangan ini konsisten dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa keterlibatan aktif siswa dalam prosedur mikroteknik sederhana meliputi pemotongan jaringan, pewarnaan, hingga *mounting* dapat meningkatkan kompetensi ilmiah, ketelitian, dan kemampuan observasi (Nur *et al.*, 2020; Herawati *et al.*, 2020).

Selain itu, 96% guru menyatakan bahwa melalui pembuatan preparat mandiri, siswa akan lebih memahami tahapan dan hakikat langkah kerja ilmiah. Aspek ini sangat relevan dengan prinsip pembelajaran biologi kontekstual, di mana siswa tidak hanya menjadi konsumen objek studi tetapi juga memahami dan menguasai proses saintifik di baliknya. Penelitian sebelumnya tentang preparasi jaringan menggunakan pewarna alami, seperti filtrat flamboyan (Jannah *et al.*, 2021), ekstrak daun pacar (Ahmad *et al.*, 2013), dan kunyit (Ode *et al.*, 2022), telah membuktikan bahwa metode ini mampu menghasilkan preparat yang layak secara pedagogis, sekaligus menawarkan solusi yang lebih ekonomis dan aman untuk diterapkan di lingkungan sekolah. Berdasarkan temuan ini, pembuatan preparat mandiri berbasis bahan alami muncul sebagai solusi yang realistis dan inovatif untuk mengatasi defisit fasilitas laboratorium.

4. Implikasi Temuan terhadap Pengembangan Panduan Praktikum

Data komprehensif dari analisis kebutuhan menunjukkan adanya konsistensi yang kuat antara tingkat kendala fasilitas yang tinggi, tingginya kebutuhan terhadap media mikroskopis, dan tingginya urgensi pelaksanaan pembuatan preparat mandiri. Konvergensi temuan ini secara tegas mengindikasikan bahwa pendidik sangat membutuhkan panduan praktikum mikroteknik sederhana berbasis pewarna alami yang aplikatif untuk digunakan pada jenjang sekolah menengah.

Panduan yang akan dikembangkan harus diprioritaskan untuk mencakup elemen-elemen meliputi prosedur pembuatan preparat awetan yang didesain secara sederhana dan mudah diikuti, pemanfaatan pewarna alami yang terbukti efektif, aman, dan terjangkau, daftar alat dan bahan yang mudah ditemukan dan dijangkau di lingkungan sekolah, petunjuk kerja ilmiah yang didesain untuk secara eksplisit melatih keterampilan praktikum dan kompetensi prosedural siswa.

Dengan demikian, pengembangan panduan ini tidak hanya berfungsi sebagai solusi atas keterbatasan fasilitas, tetapi juga menjadi sarana strategis untuk meningkatkan mutu pembelajaran dan pengalaman ilmiah siswa dalam memahami struktur jaringan tumbuhan.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya kesenjangan signifikan antara tuntutan kurikulum dan realitas pelaksanaan praktikum jaringan tumbuhan di Sekolah Menengah Atas (SMA), dengan tingkat kendala yang berada pada kategori Tinggi (77%), didominasi oleh terbatasnya jumlah preparat mikroskopis dan tingginya biaya preparat komersial (100% guru setuju mahal). Kondisi ini berimplikasi pada tingginya kebutuhan akan media pembelajaran nyata (kategori

Sangat Tinggi, 91%), karena guru menilai pengamatan mikroskopis esensial untuk memfasilitasi pemahaman konsep siswa yang tidak dapat dicapai hanya melalui media gambar. Oleh karena itu, terdapat urgensi yang sangat kuat (kategori Sangat Tinggi, 96%) terhadap inisiatif pembuatan preparat jaringan tumbuhan secara mandiri di sekolah. Urgensi ini tidak hanya berfungsi sebagai solusi atas keterbatasan fasilitas, tetapi juga menjadi sarana efektif untuk meningkatkan keterampilan praktikum dan pemahaman siswa terhadap langkah kerja ilmiah. Secara keseluruhan, temuan ini secara tegas menyimpulkan adanya kebutuhan mendesak terhadap pengembangan panduan praktikum mikroteknik sederhana berbasis pewarna alami yang aplikatif, ekonomis, dan aman, sebagai solusi untuk meningkatkan kualitas pengalaman belajar siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dra. Dwi Ari Budiretnani, M.Pd. dan Tutut Indah Sulistiyowati, M.Si sebagai dosen pembimbing 1 dan 2, serta Dr. Poppy Rahmatika Primandiri selaku dosen pengampu matakuliah PKTI yang telah memberikan bimbingan serta dukungan dalam pembuatan artikel konseptual ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Dewi, I. S., Sunariyati, S., & Neneng, L. (2016). Analisis kendala pelaksanaan praktikum biologi di SMA Negeri se-Kota Palangka Raya. *Edu Sains*, 5(1), 1–12.
- Herawati, E., Listyawati, S., Widiyanti, T., Budiharjo, A., & Astirin, O. P. (2020). Pendampingan dan peningkatan kompetensi praktik biologi mikroskopis bagi siswa SMP Djama'atul Ichwan Surakarta. *SEMAR*, 9(1), 12–20.
- Jannah, N., Mahmud, N. R. A., Karo, N. A. K., & Mahfud, N. (2021). Pemanfaatan filtrat bunga flamboyan (*Delonix regia*) sebagai pewarna alternatif dalam pengamatan preparat jaringan tumbuhan. *Jurnal Biosains dan Edukasi*, 2(1),
- Nur, A., Noor, R., Tika, N. Y., & Agustina, P. (2020). Preparat jaringan tumbuhan menggunakan pewarna alami sebagai media belajar praktikum biologi sel. *Jurnal Lentera Pendidikan*, 5(2), 85–94.
- Nurhayati, L. (2019). *Pengembangan media pembelajaran biologi berupa preparat jaringan tumbuhan Dicotyledoneae menggunakan pewarna alami* (Tesis).
- Ode, A., Sampulawa, S., & Hulopi, F. (2022). Pemanfaatan ekstrak kunyit (*Curcuma domestica*) sebagai pewarna alami pembuatan preparat awetan jaringan tumbuhan dalam praktikum biologi sel. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 756–766.
- Rahmah, N., Iswadi, I., Asiah, A., Hasanuddin, H., & Syafrianti, D. (2021). Analisis kendala praktikum biologi di Sekolah Menengah Atas. *BIODIK*, 7(2), 169–178.
- Rezeqi, S. (2012). Analisis kelengkapan laboratorium dalam pelaksanaan praktikum biologi di SMA Negeri se-Kabupaten Karo. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 3(4), 50–57.
- Ahmad, S. N. N. A., Budiono, J. D., & Pratiwi, R. (2013). Pengembangan media preparat jaringan tumbuhan menggunakan pewarna alternatif dari filtrat daun pacar (*Lawsonia inermis*).

Integrasi Model Project-Based Learning Berbasis AI untuk Meningkatkan Literasi Ekonomi Hijau Mahasiswa Calon Guru Sains: Sebuah Kajian Konseptual

Hariyono^{1*}

¹ Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis Korespondensi: hariyono@unpkdr.ac.id

ABSTRACT

Urgensi integrasi prinsip keberlanjutan ke dalam pendidikan tinggi telah mendorong terjadinya pergeseran paradigma dari pembelajaran konvensional menuju inovasi yang menumbuhkan literasi ekologis serta kesadaran ekonomi yang bertanggung jawab. Artikel konseptual ini bertujuan untuk mensintesis berbagai perspektif teoretis mengenai Project-Based Learning berbasis kecerdasan buatan (AI-PjBL) sebagai kerangka pedagogis yang dapat meningkatkan literasi ekonomi hijau mahasiswa calon guru sains. Kajian ini menggunakan pendekatan literature review yang terstruktur dengan menelaah publikasi ilmiah mutakhir (2020–2025) dari jurnal-jurnal bereputasi Scopus dan Sinta yang membahas topik AI dalam pendidikan, pembelajaran berbasis proyek, dan literasi berkelanjutan. Melalui sintesis kritis, diperoleh tiga dimensi utama yang saling berkaitan: (1) AI sebagai sistem umpan balik dan analitik adaptif, (2) PjBL sebagai proses pembelajaran pengalaman yang mendorong kolaborasi dan pemecahan masalah kontekstual, serta (3) literasi ekonomi hijau sebagai luaran yang mengintegrasikan kesadaran lingkungan dengan penalaran ekonomi. Analisis ini menghasilkan model konseptual yang disebut AI-PjBL Green Literacy Model, yang menggambarkan interaksi antara teknologi, pedagogi, dan keberlanjutan dalam satu ekosistem pendidikan yang terpadu. Model ini memberikan kontribusi teoretis terhadap pengembangan pedagogi digital berkelanjutan serta implikasi praktis bagi perancangan kurikulum pendidikan calon guru. Secara keseluruhan, kajian ini menegaskan bahwa PjBL berbasis kecerdasan buatan memiliki potensi transformatif untuk menumbuhkan kompetensi kritis, etis, dan berorientasi keberlanjutan yang sangat dibutuhkan oleh pendidik masa depan.

Key words:

Kecerdasan Buatan, Pembelajaran Berbasis Proyek, Literasi Ekonomi Hijau, Calon Guru Sains

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

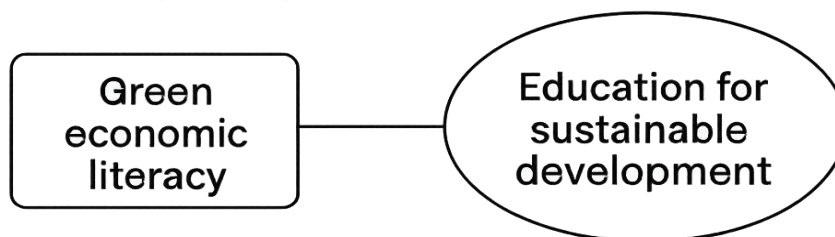
PENDAHULUAN

Pendidikan tinggi di abad ke-21 menghadapi tantangan yang jauh lebih kompleks dibandingkan masa sebelumnya. Perubahan iklim, krisis sumber daya, dan transformasi

teknologi yang masif menuntut dunia pendidikan untuk melahirkan generasi yang tidak hanya cerdas secara kognitif, tetapi juga memiliki kesadaran ekologis dan tanggung jawab sosial yang tinggi. Dalam konteks ini, lembaga pendidikan tinggi di seluruh dunia termasuk Indonesia dituntut untuk menerjemahkan prinsip *Sustainable Development Goals (SDGs)* ke dalam praktik pembelajaran yang konkret, terutama pada tujuan ke-4 tentang *quality education* dan tujuan ke-13 tentang *climate action* (Janssens et al., 2022). Kedua agenda global ini menekankan pentingnya pendidikan berorientasi keberlanjutan, yang memadukan dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan secara sinergis (Beheshti et al., 2024; Haritas & Harini, 2025).

Di Indonesia, arah kebijakan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) juga memberi ruang luas bagi inovasi pedagogis. Namun, berbagai studi terbaru menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa, terutama calon guru sains, masih memandang isu ekonomi dan lingkungan secara terpisah. Mereka memahami konsep efisiensi sumber daya, energi terbarukan, dan ekonomi sirkular secara teoretis, tetapi belum menempatkannya sebagai bagian integral dari keputusan ekonomi yang berkelanjutan (Altan & Dowman, 2021; Handayani et al., 2023). Rendahnya literasi ekonomi hijau ini berdampak pada lemahnya kemampuan calon guru dalam menanamkan nilai keberlanjutan kepada peserta didik di masa depan (Santiani et al., 2024).

Masalah tersebut menunjukkan adanya kesenjangan konseptual (*conceptual gap*) antara teori pembelajaran yang diajarkan di kampus dengan konteks nyata yang dihadapi masyarakat global. Padahal, literasi ekonomi hijau (*green economic literacy*) bukan sekadar kompetensi tambahan, melainkan elemen penting dari *education for sustainable development (ESD)* (Thohir et al., 2024). Literasi ini mencakup kemampuan memahami keterkaitan antara aktivitas ekonomi dengan sistem ekologi serta kesadaran untuk mengambil keputusan yang meminimalkan dampak lingkungan. Dengan kata lain, pendidikan ekonomi hijau tidak dapat diajarkan secara verbalistik, tetapi harus dialami melalui pembelajaran yang autentik, kolaboratif, dan reflektif (Cao, 2024).



Gambar 1 : literasi ekonomi hijau dan *education for sustainable development*

Salah satu model yang dianggap mampu menjembatani kesenjangan tersebut adalah *Project-Based Learning (PjBL)*. Model ini menempatkan mahasiswa sebagai subjek aktif yang memecahkan masalah dunia nyata melalui kegiatan proyek. Dalam konteks pendidikan sains, PjBL memungkinkan mahasiswa untuk mengeksplorasi isu lingkungan secara langsung misalnya pengelolaan limbah, efisiensi energi, atau inovasi produk hijau sekaligus menginternalisasi nilai ekonomi yang rasional dan beretika (West & Schill, 2022). PjBL juga memiliki keunggulan dalam membangun *higher-order thinking skills*, kreativitas, dan kemampuan kolaboratif yang sangat relevan dengan tuntutan *Society 5.0* (Dela Calzada, 2024).

Namun, PjBL tradisional sering kali masih bergantung pada interaksi tatap muka dan terbatas pada kemampuan dosen dalam memberi umpan balik. Di sinilah peran kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* atau AI) menjadi signifikan (Al-Huwail et al., 2025; Ruiz Viruel et al., 2025). AI dapat berfungsi sebagai mitra reflektif dalam proses belajar, memberikan analisis data secara adaptif, dan memfasilitasi penilaian berbasis bukti (*evidence-based assessment*) (Chounta et al., 2024). Berbagai penelitian internasional, seperti yang dilaporkan oleh Kurniawan (2025), menunjukkan bahwa AI berpotensi memperkuat *learning analytics*, personalisasi pembelajaran,

serta meningkatkan efektivitas proses refleksi diri mahasiswa. Integrasi AI ke dalam PjBL dengan demikian tidak hanya memperkaya aspek teknologi, tetapi juga memperluas ranah pedagogi menuju model pembelajaran adaptif dan berkelanjutan (Kurniawan et al., 2025).

Di sisi lain, meskipun telah banyak penelitian mengenai PjBL dan penggunaan AI dalam pendidikan, studi yang secara eksplisit mengaitkan keduanya dengan peningkatan literasi ekonomi hijau masih sangat terbatas (Bong et al., 2025). Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada efisiensi sistem, performa kognitif, atau motivasi belajar, tetapi belum menggali dimensi keberlanjutan dan kesadaran ekologis sebagai luaran utama. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya kerangka konseptual yang mampu memadukan ketiga unsur tersebut AI, PjBL, dan green literacy ke dalam satu ekosistem pembelajaran terpadu.

Artikel ini hadir untuk menjawab kebutuhan tersebut. Kajian ini tidak menyajikan data empiris, melainkan melakukan sintesis konseptual atas berbagai temuan penelitian dan kebijakan global terkini untuk membangun *AI-PjBL Green Literacy Model*, disampaikan Marhaeni et al., (2023) yaitu sebuah model teoretis yang menjelaskan bagaimana integrasi kecerdasan buatan dan pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan literasi ekonomi hijau mahasiswa calon guru sains. Kajian ini juga berupaya menegaskan posisi AI bukan sekadar alat bantu teknis, tetapi sebagai instrumen epistemologis yang membentuk cara berpikir dan cara belajar baru dalam konteks keberlanjutan (Molina et al., 2021).

Lebih jauh, kajian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan pedagogi digital berkelanjutan di pendidikan tinggi, serta menawarkan implikasi praktis bagi dosen dan pengembang kurikulum dalam merancang pembelajaran yang memadukan teknologi, sains, dan nilai-nilai ekonomi hijau. Dengan pendekatan reflektif-integratif ini, artikel ini mengajak pembaca untuk melihat bahwa keberlanjutan bukanlah isu terpisah, melainkan jantung dari proses pendidikan itu sendiri.

Dengan demikian, tujuan utama kajian ini adalah:

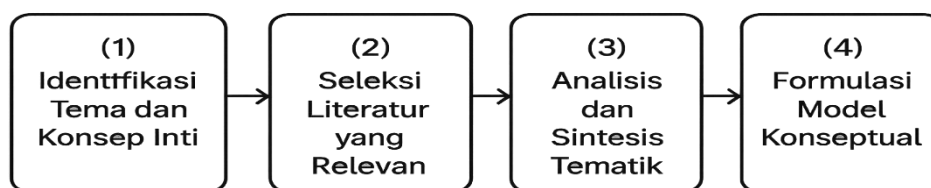
1. Mengidentifikasi dan menganalisis landasan teoretis yang menghubungkan AI, PjBL, dan literasi ekonomi hijau.
2. Menyintesis temuan-temuan konseptual menjadi sebuah kerangka model pembelajaran terintegrasi.
3. Menawarkan arah riset dan implementasi praktis bagi pendidikan tinggi menuju ekosistem pembelajaran yang hijau, adaptif, dan berkelanjutan.

Melalui kajian konseptual ini, diharapkan terbentuk suatu pandangan baru bahwa pembelajaran berbasis proyek dengan dukungan AI bukan sekadar inovasi teknologi, tetapi merupakan langkah transformatif menuju pendidikan yang memerdekakan pikiran, menumbuhkan empati ekologis, dan menguatkan literasi ekonomi hijau generasi pendidik masa depan.

METODE

Kajian ini menggunakan pendekatan literature review konseptual, yakni suatu pendekatan ilmiah yang menelaah, mengkritisi, dan mensintesis berbagai hasil penelitian serta teori yang relevan guna membangun kerangka pemikiran baru. Pendekatan ini dipilih karena tujuan utama tulisan bukan untuk menguji hipotesis empiris, melainkan untuk merumuskan model konseptual yang integratif antara *Project-Based Learning* (PjBL), kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), dan literasi ekonomi hijau. Dengan demikian, penekanan penelitian ini bukan pada pengumpulan data lapangan, tetapi pada proses *intellectual synthesis* yang berorientasi teoritis dan konseptual.

Prosedur kajian pustaka dilaksanakan melalui empat tahapan utama (Chan, 2023; Rahmatika et al., 2024), yaitu: (1) identifikasi tema dan konsep inti, (2) seleksi literatur yang relevan, (3) analisis dan sintesis tematik, serta (4) formulasi model konseptual.



Gambar 2: Prosedur Dalam Kajian Pustaka

1. Identifikasi Tema dan Konsep Inti

Tahap awal difokuskan pada penetapan kata kunci yang menjadi dasar pencarian literatur, meliputi: *Artificial Intelligence in Education*, *AI-Pedagogy*, *Project-Based Learning*, *Green Literacy*, dan *Education for Sustainable Development (ESD)*. Dari lima kata kunci tersebut dikembangkan tiga domain utama yang menjadi pijakan analisis:

- Domain Teknologi-Pedagogi (AI-PjBL) – menelaah fungsi AI sebagai fasilitator pembelajaran adaptif dan reflektif;
- Domain Kognitif-Ekologis (Green Economic Literacy) – membahas kemampuan menghubungkan konsep ekonomi dengan kesadaran lingkungan;
- Domain Integratif (AI-PjBL Green Literacy Framework) – menganalisis potensi keterpaduan keduanya dalam konteks pendidikan tinggi.

Tahap ini bertujuan memastikan bahwa setiap literatur yang digunakan memiliki relevansi langsung dengan pengembangan model konseptual yang diusulkan.

2. Seleksi Literatur

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis melalui basis data Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, dan portal Sinta 1–2, dengan periode publikasi 2020–2025. Kriteria inklusi yang diterapkan meliputi:

- Artikel yang meneliti penerapan AI dalam pembelajaran di pendidikan tinggi;
- Artikel yang membahas model PjBL dalam konteks pendidikan sains, teknologi, atau ekonomi;
- Studi yang menyinggung konsep *green literacy*, *sustainable learning*, atau pendidikan berkelanjutan.

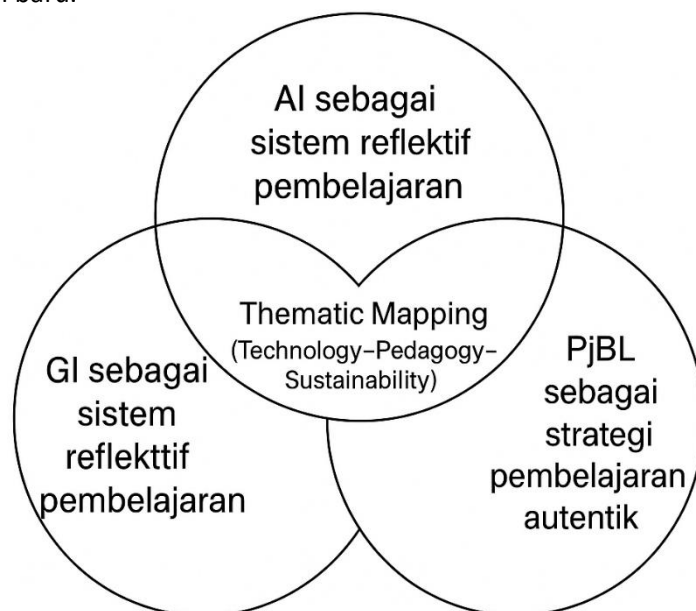
Sementara itu, literatur yang bersifat murni teknis atau tidak memiliki relevansi dengan pendidikan dikeluarkan dari daftar. Dari hasil penelusuran diperoleh sekitar 68 artikel, kemudian diseleksi berdasarkan kesesuaian konteks dan kualitas jurnal, hingga diperoleh 35 sumber utama yang digunakan sebagai dasar analisis konseptual. Selain artikel jurnal, buku akademik dan laporan kebijakan dari UNESCO, OECD, dan Kemdikbud juga digunakan sebagai referensi pendukung untuk memperkuat konteks kebijakan pendidikan berkelanjutan di Indonesia.

3. Analisis dan Sintesis Tematik

Tahap ini merupakan inti dari proses kajian pustaka. Setiap artikel dianalisis berdasarkan tema kunci, pendekatan teoretis, dan temuan utama, lalu dikelompokkan ke dalam tiga kategori besar:

- AI sebagai sistem reflektif pembelajaran – meliputi studi yang menekankan kemampuan AI dalam memberikan umpan balik personal, prediksi capaian, serta pembelajaran adaptif.
- PjBL sebagai strategi pembelajaran autentik – berfokus pada kolaborasi, pemecahan masalah kontekstual, dan pembentukan keterampilan abad ke-21.
- Green literacy sebagai hasil pembelajaran berkelanjutan – membahas integrasi nilai keberlanjutan, efisiensi sumber daya, dan tanggung jawab ekologis dalam kurikulum pendidikan tinggi.

Dari ketiga kategori tersebut kemudian dilakukan sintesis melalui pendekatan thematic mapping, yaitu memetakan hubungan logis antara teknologi, pedagogi, dan nilai keberlanjutan. Proses sintesis dilakukan secara deduktif-induktif: dimulai dari teori besar tentang *constructivism* dan *connectivism*, kemudian diturunkan menjadi prinsip-prinsip operasional yang membentuk model konseptual baru.



Gambar 3: Analisis dan Sintesis Tematik

4. Formulasi Model Konseptual

Tahap akhir dari proses ini adalah penyusunan model konseptual yang disebut AI-PjBL Green Literacy Model. Model ini dibangun atas dasar temuan sintesis bahwa integrasi AI dan PjBL dapat menghasilkan pembelajaran yang berorientasi pada keberlanjutan apabila diarahkan pada pengembangan literasi ekonomi hijau. Dalam formulasi model ini digunakan pendekatan analisis triangulatif sumber, yakni mengonfirmasi keterpaduan gagasan dari literatur pendidikan, teknologi, dan ekonomi hijau. Hasilnya berupa rancangan konseptual yang menggambarkan hubungan antara:

- a. Input: kesiapan digital dan kesadaran ekologis mahasiswa,
- b. Proses: implementasi proyek dengan umpan balik adaptif AI,
- c. Output: peningkatan literasi ekonomi hijau dan kompetensi berkelanjutan.

5. Validitas dan Posisi Kajian

Untuk menjaga validitas intelektual, setiap argumen sintesis diverifikasi melalui pembandingan lintas sumber dan analisis semantik antar-konsep (Bos et al., 1989). Kajian ini tidak bermaksud menggantikan studi empiris, tetapi menjadi fondasi teoritis yang kelak dapat diuji melalui penelitian lapangan. Oleh karena itu, posisi kajian ini berada pada tataran konseptual-teoretis, berperan sebagai *intellectual bridge* antara teori pembelajaran konstruktivistik dengan paradigma pendidikan hijau yang berbasis teknologi.

Dengan pendekatan demikian, artikel ini bukan sekadar merangkum penelitian terdahulu, tetapi juga menawarkan arah baru pengembangan teori pembelajaran: bahwa kecerdasan buatan, jika diintegrasikan ke dalam PjBL, bukan hanya alat bantu teknis, melainkan instrumen kognitif yang membentuk cara berpikir berkelanjutan. Kajian ini menegaskan pentingnya membangun sinergi antara sains, teknologi, dan etika ekologis dalam pendidikan tinggi Indonesia menuju era *smart-green society*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Konteks Teoritis dan Kebijakan Global

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini tidak dapat dilepaskan dari perubahan orientasi pendidikan global yang mengedepankan keberlanjutan. Agenda *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang dicanangkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa menempatkan pendidikan sebagai kunci transformasi sosial, ekonomi, dan lingkungan (Bong et al., 2025). Khususnya SDG-4 tentang *quality education* dan SDG-13 tentang *climate action*, keduanya menuntut sistem pendidikan tinggi untuk melahirkan lulusan yang memiliki kesadaran ekologis serta kompetensi digital yang mampu menjawab tantangan era disrupsi (Nweke et al., 2025; Ruiz Viruel et al., 2025).

UNESCO dalam Santiani et al., (2024) melalui kerangka *Education for Sustainable Development (ESD)* menekankan perlunya integrasi antara teknologi digital dan nilai keberlanjutan dalam kurikulum. Hal ini sejalan dengan semangat *Society 5.0* di Jepang yang mengedepankan keseimbangan antara kemajuan teknologi dan kesejahteraan manusia. Dalam konteks Indonesia, kebijakan *Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM)* juga mendorong pembelajaran berbasis proyek dan riset kolaboratif lintas disiplin sebagai sarana menanamkan nilai keberlanjutan pada mahasiswa (Ramdani, 2015).

Di tengah dinamika tersebut, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* atau AI) menjadi katalisator utama yang mengubah cara manusia belajar dan berpikir (Lee & Kwon, 2024; Salvagno et al., 2023). AI memungkinkan personalisasi pembelajaran, pemetaan capaian belajar, hingga prediksi kesulitan mahasiswa secara real-time. Pada saat yang sama, model *Project-Based Learning* (PjBL) terbukti menjadi pendekatan pedagogis yang mampu mengaitkan teori dengan praktik nyata melalui kegiatan berbasis proyek (Darban, 2024; Kurniawan et al., 2025). Ketika kedua pendekatan ini dipadukan, muncul potensi besar untuk membangun pembelajaran yang adaptif sekaligus berorientasi pada keberlanjutan, di mana mahasiswa tidak hanya belajar memahami, tetapi juga belajar bertanggung jawab terhadap lingkungan sosial-ekologisnya.

Dengan demikian, arah kebijakan pendidikan global, nasional, dan institusional telah membuka ruang luas bagi integrasi teknologi cerdas dengan pedagogi hijau. Tugas akademisi selanjutnya adalah merumuskan fondasi konseptual yang kokoh agar integrasi tersebut tidak berhenti pada tataran teknis, melainkan berfungsi sebagai transformasi nilai dan perilaku belajar.

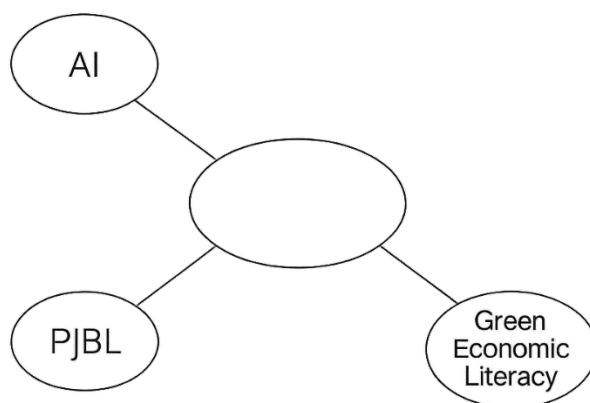
2. Sintesis Teoretis

Secara teoretis, integrasi antara AI dan PjBL berakar pada tiga landasan utama: konstruktivisme, konektivisme, dan pendidikan berkelanjutan (*sustainable education*).

Pertama, konstruktivisme memandang belajar sebagai proses aktif membangun pengetahuan melalui pengalaman (Festiyed et al., 2022). Dalam kerangka ini, PjBL menyediakan konteks nyata bagi mahasiswa untuk membangun makna melalui proyek yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Mahasiswa tidak sekadar menghafal konsep, melainkan mengonstruksi pemahaman melalui tindakan nyata.

Kedua, konektivisme sebagai teori pembelajaran di era digital menekankan bahwa pengetahuan tersebar di jaringan digital, dan proses belajar terjadi ketika individu mampu menghubungkan informasi dari berbagai sumber. AI berperan penting dalam membantu mahasiswa mengelola, memfilter, dan memaknai informasi melalui algoritme adaptif (Harahap et al., 2022). AI bukan hanya penyedia data, tetapi fasilitator koneksi kognitif yang membantu pembelajar menavigasi kompleksitas informasi modern.

Ketiga, pendidikan berkelanjutan menempatkan nilai etika, empati ekologis, dan tanggung jawab sosial sebagai inti proses belajar. Literasi ekonomi hijau merupakan manifestasi dari prinsip ini, di mana mahasiswa diajak memahami keterkaitan antara keputusan ekonomi dan kelestarian lingkungan (Efendi et al., 2025).



Gambar 4: integrasi AI dan PjBL serta Green Economic

Ketika ketiga teori tersebut disintesiskan, terbentuk hubungan logis sebagai berikut:

- a. AI sebagai instrumen kognitif menyediakan lingkungan belajar adaptif yang menstimulasi refleksi diri dan pengambilan keputusan berbasis data;
- b. PjBL sebagai wadah pengalaman belajar autentik memberi ruang bagi kolaborasi, kreativitas, dan penerapan nilai keberlanjutan;
- c. Green economic literacy sebagai luaran utama memastikan bahwa setiap keputusan dalam proyek berlandaskan pertimbangan ekologis dan etika ekonomi.

Sintesis ini menunjukkan bahwa integrasi AI dan PjBL tidak semata memperbaiki metode pembelajaran, tetapi membentuk cara berpikir baru *eco-intelligent thinking* yang menggabungkan kecerdasan analitis, empati ekologis, dan tanggung jawab sosial.

Secara praktis, berbagai penelitian mutakhir mendukung pendekatan ini. Ayu (Ayu, 2019) menegaskan bahwa keterampilan abad ke-21 hanya dapat berkembang bila pembelajaran berpusat pada proyek kolaboratif. Sementara itu, Rahmat (Rahmat, 2018) menunjukkan bahwa penerapan AI dalam pendidikan sains meningkatkan kesadaran lingkungan dan keaktifan mahasiswa. Temuan ini menguatkan asumsi bahwa AI-PjBL bukan sekadar kombinasi metode, melainkan sinergi epistemologis yang memadukan logika data dan kesadaran moral.

3. Model Konseptual: AI-PjBL Green Literacy Framework

Berdasarkan sintesis literatur, dirumuskan suatu model konseptual yang dinamakan AI-PjBL Green Literacy Framework. Model ini menggambarkan interaksi dinamis antara teknologi, pedagogi, dan literasi keberlanjutan.

a. Komponen Input

Tahap awal model berfokus pada *readiness* mahasiswa yang meliputi kesiapan digital, kesadaran ekologis, dan motivasi untuk belajar mandiri. Faktor-faktor ini menentukan sejauh mana mahasiswa mampu memanfaatkan teknologi AI dan berpartisipasi aktif dalam proyek berbasis masalah lingkungan.

b. Komponen Proses

Proses pembelajaran berlangsung dalam siklus proyek yang terdiri atas lima tahap: *problem identification, design thinking, project implementation, reflection, dan evaluation*.

Pada setiap tahap, AI berfungsi sebagai *adaptive partner* yang memberikan umpan balik personal dan analisis kinerja melalui *learning analytics dashboard*. AI membantu mahasiswa melihat hubungan sebab-akibat antara keputusan proyek dan dampak ekologis, sehingga refleksi tidak hanya bersifat akademik, tetapi juga moral dan sosial.

c. Komponen Output

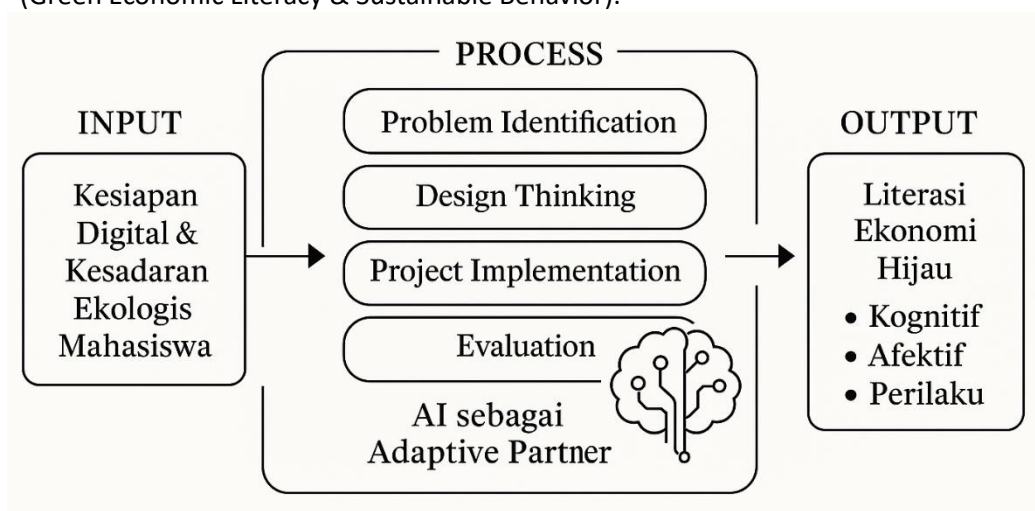
Luaran dari model ini adalah peningkatan literasi ekonomi hijau, yang mencakup tiga aspek:

- 1) *Cognitive literacy* kemampuan memahami konsep ekonomi sirkular dan efisiensi sumber daya;
- 2) *Affective literacy* munculnya empati ekologis dan sikap bertanggung jawab terhadap lingkungan;
- 3) *Behavioral literacy* kemampuan mengintegrasikan prinsip keberlanjutan dalam keputusan ekonomi sehari-hari.

d. Alur Integratif

AI-PjBL Green Literacy Framework dapat digambarkan dalam alur sederhana:

Input (Digital & Ecological Readiness) → Process (AI-Supported Project Learning) → Output (Green Economic Literacy & Sustainable Behavior).



Gambar 5: Diagram alur AI-PjBL Green Literacy Framework

Gambar konseptual ini menegaskan bahwa keberhasilan model bukan hanya diukur dari hasil kognitif, tetapi juga dari perubahan cara berpikir dan bertindak. AI berperan sebagai *reflective mirror* yang memantulkan kembali tindakan mahasiswa ke dalam bentuk data, sehingga setiap peserta belajar dari dirinya sendiri.

e. Implikasi Teoretis dan Praktis

Secara teoretis, model ini menawarkan paradigma baru: *AI as a Pedagogical Ecosystem* (Makaya et al., 2023; Okada et al., 2025). Alih-alih dipandang sebagai teknologi netral, AI menjadi bagian integral dari proses pembentukan kesadaran ekologis dan etika ekonomi. Secara praktis, model ini dapat diimplementasikan dalam mata kuliah inovasi pembelajaran, kewirausahaan berkelanjutan, atau pendidikan lingkungan, dengan penyesuaian konteks lokal dan sumber daya yang tersedia.

Dengan demikian, model konseptual ini bukan sekadar hasil sintesis pustaka, tetapi refleksi mendalam terhadap bagaimana pendidikan tinggi dapat menumbuhkan generasi pendidik yang *eco-literate*, adaptif, dan berkarakter digital-humanistik. Integrasi AI dan PjBL menjadi jalan menuju *green pedagogy* sebuah pembelajaran yang menggabungkan kecerdasan buatan dengan nurani manusia untuk keberlanjutan bumi.

SIMPULAN

Kajian ini menegaskan bahwa arah pendidikan tinggi masa kini harus bergerak melampaui sekadar transfer pengetahuan menuju proses pembentukan kesadaran ekologis dan tanggung jawab sosial yang berkelanjutan. Melalui telaah pustaka yang mendalam terhadap berbagai sumber ilmiah, diperoleh pemahaman bahwa integrasi *Artificial-Intelligence-based Project-Based Learning* (AI-PjBL) merupakan strategi yang potensial untuk menumbuhkan literasi ekonomi hijau di kalangan mahasiswa calon guru sains.

Secara konseptual, model AI-PjBL Green Literacy Framework yang diusulkan dalam kajian ini memadukan tiga unsur utama pembelajaran abad ke-21: (1) teknologi cerdas sebagai sistem reflektif dan analitik; (2) pengalaman belajar berbasis proyek sebagai ruang pembentukan pengetahuan autentik; dan (3) literasi ekonomi hijau sebagai hasil akhir yang berorientasi pada keberlanjutan. Ketiganya saling berinteraksi membentuk ekosistem pedagogi baru di mana teknologi bukan hanya alat bantu, melainkan mitra kognitif yang menuntun mahasiswa untuk berpikir kritis, kreatif, dan etis terhadap lingkungan.

Dari sisi teoretis, integrasi AI-PjBL memperkuat landasan konstruktivistik dan konektivistik dalam pembelajaran digital. AI menyediakan ruang koneksi pengetahuan melalui data dan analitik, sedangkan PjBL memberi konteks empiris bagi mahasiswa untuk memecahkan masalah nyata. Sinergi keduanya menghasilkan proses belajar yang bersifat reflektif-adaptif, memungkinkan peserta didik membangun makna personal sekaligus memahami implikasi sosial dan ekologis dari setiap keputusan yang diambil. Dengan demikian, model ini berkontribusi pada pengembangan teori *digital sustainable pedagogy*, yaitu pendekatan pendidikan yang menempatkan teknologi sebagai katalis kesadaran keberlanjutan.

Secara praktis, model ini dapat dijadikan acuan bagi dosen dan pengembang kurikulum dalam merancang kegiatan belajar berbasis proyek yang memanfaatkan kecerdasan buatan. Implementasi dapat dilakukan melalui proyek kolaboratif lintas mata kuliah, seperti inovasi produk ramah lingkungan, audit energi kampus, atau pengelolaan limbah digital, dengan dukungan sistem AI yang memantau progres dan refleksi mahasiswa. Melalui kegiatan seperti itu, nilai keberlanjutan tidak lagi diajarkan sebagai teori, melainkan dihayati sebagai pengalaman belajar nyata.

Kajian ini tentu memiliki keterbatasan karena bersifat konseptual dan belum melalui uji empiris. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengembangkan instrumen pengukuran literasi ekonomi hijau serta melakukan validasi empiris terhadap efektivitas model AI-PjBL dalam konteks kelas nyata. Penelitian di masa depan juga perlu mengeksplorasi aspek etika penggunaan AI agar teknologi benar-benar berfungsi sebagai kekuatan pembebas, bukan sekadar pengganti peran manusia.

Dengan seluruh refleksi ini, dapat disimpulkan bahwa AI-PjBL bukan hanya inovasi metodologis, tetapi langkah menuju transformasi peradaban pendidikan dari sistem yang mengajarkan *to know* menjadi ekosistem yang membimbing *to care and to sustain*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan yang tulus kepada Panitia Seminar Nasional HAYATI VIII Universitas Nusantara PGRI Kediri atas kesempatan yang di berikan untuk ikut serta dalam penyusunan artikel konseptual ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan sejawat di lingkungan Universitas Nusantara PGRI Kediri yang telah memberikan kesempatan dan pandangan-pandangan kritis dalam penulisan artikel ilmiah.

DAFTAR RUJUKAN

Al-Huwail, N., Al-Hunaiyyan, A., Alainati, S., & Alhabshi, A. (2025). Artificial Intelligence in

- Education: Perspectives and Challenges. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 19(4), 26–47. <https://doi.org/10.3991/ijim.v19i04.52117>
- Altan, O., & Dowman, I. (2021). The changing world under the corona virus threat—from human needs to SDGs and what next? *Geo-Spatial Information Science*, 24(1), 50–57. <https://doi.org/10.1080/10095020.2021.1886874>
- Ayu, P. E. S. (2019). Keterampilan Belajar Dan Berinovasi Abad 21 Pada Era Revolusi Industri. *Purwadita*, 3(1), 77–83.
- Beheshti, M., Yujin Kang, E., Yan, S., Louime, E., Hancock, C., & Hira, A. (2024). Augmented Reality in A Sustainable Engineering Design Context: Understanding Students' Collaboration and Negotiation Practices. *Sustainability (Switzerland)*, 16(1). <https://doi.org/10.3390/su16010379>
- Bong, L., Prawati, L. D., & Dawn Very, E. (2025). *Digital Literacy and Green Literacy Influence on E-Filing Adoption Among Indonesian Taxpayers*. <https://doi.org/10.1109/ICCIT65724.2025.11167782>
- Bos, C. S., Anders, P. L., Filip, D., & Jaffe, L. E. (1989). The Effects of an Interactive Instructional Strategy for Enhancing Reading Comprehension and Content Area Learning for Students With Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. <https://doi.org/10.1177/002221948902200611>
- Cao, J. (2024). Enhancing Student Engagement and Learning Outcomes through Interactive Approaches in College Vocal Music Instruction. *Pacific International Journal*, 7(1), 131–136. <https://doi.org/10.55014/pij.v7i1.535>
- Chan, P.-H. (2023). Exploration on the Process of the Support-Service Counseling Mechanism in Promoting Education Reform in Rural Areas: A Case of Indigenous Area and Offshore Island Preschool Programs in Kaohsiung. *Journal of Research in Education Sciences*, 68(3), 95–139. [https://doi.org/10.6209/JORIES.202309_68\(3\).0004](https://doi.org/10.6209/JORIES.202309_68(3).0004)
- Chounta, I. A., Ortega-Arranz, A., Daskalaki, S., Dimitriadis, Y. A., & Avouris, N. M. (2024). Toward a data-informed framework for the assessment of digital readiness of higher education institutions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00491-0>
- Darban, M. (2024). Navigating virtual teams in generative AI-led learning: The moderation of team perceived virtuality. *Education and Information Technologies*, 29(17), 23225–23248. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12681-4>
- Dela Calzada, K. P. (2024). Anti-dependency teaching strategy for innovation in the age of AI among technology-based students. *Environment and Social Psychology*, 9(8). <https://doi.org/10.59429/esp.v9i8.3026>
- Efendi, E., Wijaya, A., Julyanthry, J., Candra, V., & Sinaga, O. S. (2025). Penguatan bisnis digital dan literasi ekonomi hijau untuk pengembangan bisnis UMKM Berkah Relief Pematangsiantar. *Room of Civil Society Development*, 4(4), 575–587.
- Festiyed, F., Mikhayla, M. E., Diliarosta, S., & Anggana, P. (2022). Pemahaman Guru Biologi SMA di Sekolah Penggerak DKI Jakarta terhadap Pendekatan Etnosains pada Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 7(2), 152–163. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v7i2.2993>
- Handayani, H., Kurniasari, F., & Lestari, E. D. (2023). ANALYSIS OF INTEREST IN BECOMING SOCIAL

- ENTREPRENEURS AMONG THE MILLENNIALS AND Z GENERATION USING THE THEORY OF PLANNED BEHAVIOR AND OUTCOME EXPECTATION: A MULTIGROUP ANALYSIS APPROACH. *Journal of Law and Sustainable Development*, 11(2). <https://doi.org/10.55908/sdgs.v11i2.642>
- Harahap, D. G. S., Nasution, F., Nst, E. S., & Sormin, S. A. (2022). Analisis Kemampuan Literasi Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2089–2098. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2400>
- Haritas, I., & Harini, K. N. (2025). ‘Solving’ as a key course learning outcome (CLO) in postgraduate (PG) management education. *The International Journal of Management Education*, 23(3), 101225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijme.2025.101225>
- Kurniawan, D., Masitoh, S., Bachri, B. S., Warman, W., Kamila, V. Z., Subastian, E., & Wahyuningsih, T. (2025). Integrating AI in digital project-based blended learning to enhance critical thinking and problem-solving skills. *Multidisciplinary Science Journal*, 7(12). <https://doi.org/10.31893/multiscience.2025552>
- Lee, S. J., & Kwon, K. (2024). A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100211>
- Makaya, C., Blanco, C., & Barrédy, C. (2023). Towards an ecological approach for interaction management in entrepreneurship courses. *Journal of Business Research*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113749>
- Marhaeni, A. A. I. N., Jermisittiparsert, K., Sudarmo, S., Indrawati, L. R., Prasetyo, A., Fuada, N., Rachmadhani, A., Raharjo, T. W., Wahyudianto, H., Harwijayanti, B. P., Sitorus, J., Fahlevi, M., & Aljuaid, M. (2023). Adoption of the Green Economy through Branchless Rural Credit Banks during the COVID-19 Pandemic in Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/su15032723>
- Molina, J., Hai, N. V, Cheng, P.-H., & Chang, C.-Y. (2021). Sdg’s quality education approach: Comparative analysis of natural sciences curriculum guidelines between taiwan and colombia. *Sustainability (Switzerland)*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063352>
- Nweke, L. O., Okebanama, U. F., & Mba, G. U. (2025). Enhancing entrepreneurial skills through experiential learning in IoT, AI, and cybersecurity. *Discover Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00573-9>
- Okada, A., Sherborne, T., Panselinas, G., & Kolionis, G. (2025). Fostering Transversal Skills Through Open Schooling Supported by the CARE-KNOW-DO Pedagogical Model and the UNESCO AI Competencies Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40593-025-00458-w>
- Rahmat, P. S. (2018). *Peserta Didik Peserta Didik* (Issue 3).
- Rahmatika, N., Hanapi, M. H. B. M., Sariasih, Y., Imami, M. K. W., & Uslan, U. (2024). The Impact of Flipped Learning on Students` Critical Thinking; A Systematic Literature Review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(10), 180–206. <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.10.9>
- Ramdani, A. (2015). *NILAI-NILAI KEARIFAN LOKAL MASYARAKAT DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) CIKAPUNDUNG BAGIAN HULU DALAM USAHA PELESTARIAN SUMBER DAYA AIR*.
- Ruiz Viruel, S., Sánchez-Rivas, E., & Ruiz Palmero, J. (2025). The Role of Artificial Intelligence in

- Project-Based Learning: Teacher Perceptions and Pedagogical Implications. *Education Sciences*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/educsci15020150>
- Salvagno, M., Taccone, F. S., & Gerli, A. G. (2023). Can artificial intelligence help for scientific writing? *Critical Care*, 27(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04380-2>
- Santiani, S., Reffiane, F., & Winarto, W. (2024). Science interdisciplinary learning approach: a study interdisciplinary thinking skills and literacy environment. *Journal of Education and Learning*, 18(4), 1454–1459. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i4.21416>
- West, S., & Schill, C. (2022). Negotiating the ethical-political dimensions of research methods: a key competency in mixed methods, inter- and transdisciplinary, and co-production research. *Humanities and Social Sciences Communications*, 9(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01297-z>

Pengembangan Modul Ajar Interaktif Berbasis Video Pendek untuk Materi Konversi Energi Mata Kuliah Biologi Sel Dan Molekuler

Dinda Hani'ah Arum Saputri^{1*}

¹ Program Studi Biologi FMIPA Universitas Padjadjaran

*Penulis korespondensi: dinda@unpad.ac.id

ABSTRACT

Innovation in teaching materials is critical to enhancing students' understanding of lecture materials. Visual presentation of materials, such as videos, can assist students in learning complex topics, as seen in the Cell and Molecular Biology course. The aim of this study is to create an interactive teaching module based on short videos for the Energy Conversion material in the Cell and Molecular Biology course. The module was developed using the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The module containing the Energy Conversion material in the Cell and Molecular Biology course was built in response to a student survey. Each sub-chapter in the interactive module includes material summaries as well as brief video clips. The videos were created with the OBS application. A short experiment was carried out with representatives from third-semester students. According to the evaluation results, students' grasp of the module material was very good, with a post-test score of 92/100 on average. The evaluation survey findings also revealed that the interactive module assisted 90% of students in learning the Energy Conversion topic, as opposed to before. In general, the module can provide structured and easy-to-understand explanations. The use of videos in the lesson can aid students in understanding complicated materials. However, for the following module, it is advised that the number of analogies in the learning videos be increased to make them easier to understand.

Key words:

Cell and Molecular Biology, Interactive Module, Learning Videos

Riwayat artikel

Diterima:19/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Mata kuliah Biologi Sel dan Molekuler menjadi salah satu mata kuliah wajib yang perlu diselesaikan oleh mahasiswa semester 3 program studi Biologi FMIPA Unpad (Departemen Biologi Unpad, 2025). Mata kuliah ini membahas pemahaman dasar mahasiswa mengenai struktur dan fungsi komponen sel, komponen ekstraseluler, komunikasi sel, asam nukleat, kromosom, dan dogma sentral. Pemahaman mahasiswa terhadap mata kuliah ini menjadi hal yang penting sebagai dasar pengaplikasian konsep umum menjadi aplikasi yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut di bidang keilmuan biologi. Kompleksitas materi yang dibahas pada mata kuliah ini membuat mahasiswa kesulitan memahami konsep secara nyata. Berdasarkan hasil survey awal kepada mahasiswa Biologi Unpad angkatan 2023, banyaknya istilah sulit dan

kompleksitas materi membuat mata kuliah Biologi Sel dan Molekuler menjadi mata kuliah yang sulit dipahami jika hanya dijelaskan melalui kuliah dengan metode ceramah.

Metode ceramah tradisional cenderung menyajikan materi secara linear dan pasif, yang dapat meningkatkan beban kognitif ekstraneous pada mahasiswa karena harus secara mental mengintegrasikan informasi verbal dan visual tanpa bantuan struktur interaktif (Mayer & Mareno, 2003). Teori pembelajaran multimedia (*multimedia learning*) menjelaskan bahwa jika suatu materi diajarkan dengan kombinasi teks, gambar, dan audio, maka beban kognitif ekstraneous dapat dikurangi dan pemahaman dapat meningkat (Ceken & Taskin, 2022). Rice (2013) menyebutkan bahwa beberapa animasi interaktif (*virtual cell*) untuk mengajarkan suatu *pathway* seperti respirasi terbukti membantu meningkatkan retensi dan pemahaman dibandingkan metode statis tradisional. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu menghadirkan proses biologis secara lebih konkret agar mahasiswa mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam.

Media pembelajaran berupa video pendek (*microlearning*) menjadi salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut. Video pendek terbukti efektif karena fokus kepada satu topik tertentu sehingga memudahkan pemahaman, meningkatkan daya ingat, dan memungkinkan adanya pengulangan (Sukmawati dkk., 2024). Oleh karena itu, pengembangan modul berbasis video pendek pada mata kuliah Biologi Sel dan Molekuler perlu dilakukan. Melalui penelitian ini, diharapkan mampu menghasilkan media pembelajaran yang efektif guna mendukung peningkatan pemahaman mahasiswa.

METODE

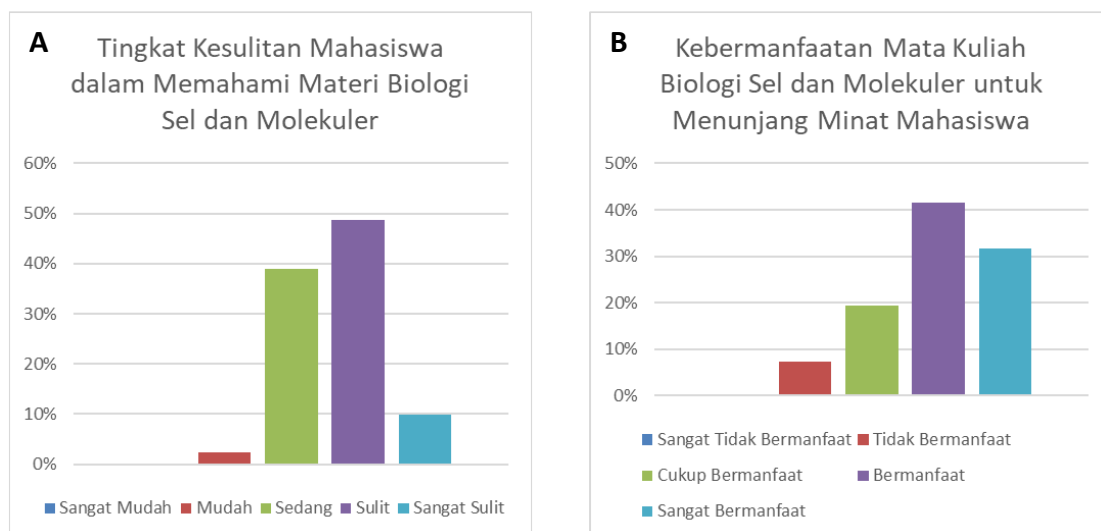
Alat yang digunakan dalam mengembangkan modul Biologi Sel dan Molekuler terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan diantaranya laptop, *smartphone*, mikrofon, dan *lighting*. Perangkat lunak yang digunakan diantaranya OBS, InShot, PowerPoint (PPT), LiveUnpad, Google Form, dan Zoom.

Metode yang digunakan untuk mengembangkan modul adalah dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Tahap *Analysis* dilakukan dengan melakukan survey kepada mahasiswa mengenai perkuliahan Biologi Sel dan Molekuler melalui Google Form. Survey berisi *feedback* perkuliahan, saran untuk perkuliahan selanjutnya, urgensi materi perkuliahan dan pilihan materi yang akan dibuatkan modul. Tahap *Design* dilakukan dengan membuat *outline* modul dan mencari referensi isi modul. Tahap *Development* dilakukan dengan membuat PPT untuk video pembelajaran, merekam video pembelajaran menggunakan aplikasi OBS, menyusun draft modul, dan *peer review* oleh dosen pengampu mata kuliah. Tahap *Implementation* dilakukan dengan mengupload modul pada Live Unpad, dan sosialisasi modul kepada perwakilan mahasiswa secara daring melalui Zoom. Tahap *Evaluation* dilakukan dengan pengisian survey melalui Google Form. Survey terdiri dari *post test*, evaluasi, dan *feedback* terhadap modul ajar yang diisi oleh perwakilan mahasiswa sebagai responden.

HASIL DAN PEMBAHASAN

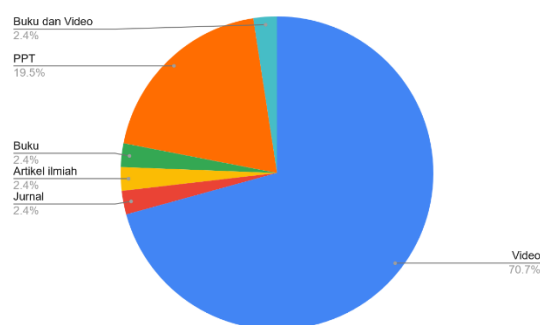
Tahap *analysis* telah dilakukan dengan melakukan survey terhadap mahasiswa Biologi Unpad angkatan 2023. Sebanyak 37 responden perwakilan mahasiswa telah mengisi survey. Berdasarkan hasil survey (Gambar 1A) menunjukkan bahwa 45,9% responden berpendapat bahwa tingkat kesulitan mahasiswa memahami materi Biologi Sel dan Molekuler adalah “sulit”. Alasan mahasiswa memilih “sulit” adalah karena materi yang banyak, kompleks, dan rumit. Namun demikian, 43,2% mahasiswa berpendapat bahwa mata kuliah Biologi Sel dan Molekuler bermanfaat untuk menunjang minat mahasiswa (Gambar 1B). Dari seluruh responden mahasiswa, diketahui pula bahwa 70,7% memilih media video untuk membantu dalam

memahami materi Biologi Sel dan Molekuler (Gambar 2) dengan 70,3% mahasiswa memilih materi Konversi Energi: Mitokondria dan Plastida untuk dibuatkan modul pembelajaran. Oleh karena itu, dari tahapan *analysis* ini dapat dilihat bahwa kebutuhan mahasiswa terhadap inovasi bahan ajar Biologi Sel dan Molekuler berupa modul ajar video materi Konversi Energi: Mitokondria dan Plastida menjadi penting untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa dan menunjang kebutuhan minat mahasiswa.



Gambar 1. Hasil Survey Mahasiswa Biologi Unpad Angkatan 2023 terhadap Tingkat Kesulitan Mata Kuliah Biologi Sel dan Molekuler (A) dan Kebermanfaatan Mata Kuliah Biologi Sel dan Molekuler untuk Menunjang Minat Mahasiswa (B)

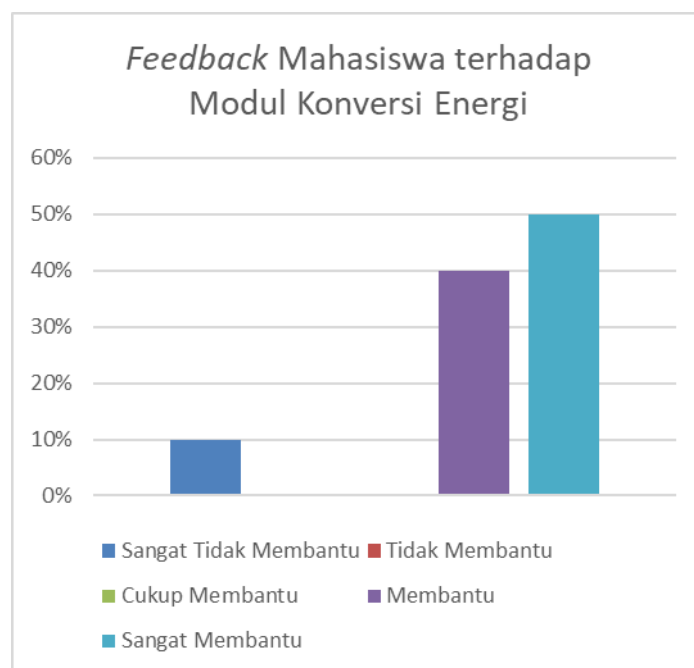
Tahap *design* dan *development* kemudian dilakukan dengan beberapa tahapan hingga dihasilkan draft modul Konversi Energi yang berisi materi perkuliahan per sub-bab dan video pendek di tiap sub-babnya. Modul dalam bentuk pdf kemudian mengupload modul pada Live Unpad. Sosialisasi dilakukan kepada perwakilan mahasiswa untuk mengakses, mempelajari, dan memberikan *feedback* terhadap modul ajar.



Gambar 2. Hasil Survey Mahasiswa Biologi Unpad Angkatan 2023 mengenai Media yang Paling Membantu dalam Memahami Materi Biologi Sel dan Molekuler

Hasil *post-test* perwakilan mahasiswa yang telah mempelajari modul Konversi Energi menunjukkan rata-rata poin 92 dari 100 dengan range poin 60 – 100 menunjukkan pemahaman mahasiswa yang sangat baik berdasarkan modul yang telah dipelajari. *Feedback* mahasiswa

terhadap modul Konversi Energi (Gambar 3) menunjukkan bahwa 50% merasa sangat terbantu, 40% terbantu, dan 10% sangat tidak terbantu. Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa modul Konversi Energi berupa video mampu membantu mahasiswa dalam memahami materi dibandingkan sebelumnya. *Feedback* dari mahasiswa juga menunjukkan bahwa modul Konversi Energi sudah baik dalam hal penjelasan materi yang terstruktur dan mudah dipahami serta adanya video pada modul yang dapat membantu memahami materi kompleks. Beberapa masukan terkait modul Konversi Energi diantaranya menambah video pendek pada sub-materi lainnya, menambah apersepsi dan analogi pada video pembelajaran agar lebih mudah dipahami.



Gambar 3. Hasil Survey Mahasiswa Biologi Unpad Angkatan 2023 mengenai Modul Konversi Energi

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, modul mampu menyajikan penjelasan terstruktur dan mudah dipahami. Adanya video pada modul dapat membantu mahasiswa memahami materi kompleks. Namun untuk pengembangan modul berikutnya, disarankan untuk memperbanyak analogi pada video pembelajaran agar lebih mudah dipahami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Annisa, PhD. yang telah memberikan masukan terhadap pengembangan modul Konversi Energi. Penulis juga berterimakasih kepada Bapak Wahyu Yulianto, S.E., M.Si. dan Bapak Suhana, S.E., M.M., selaku widyaiswara dalam pelaksanaan Aktualisasi Pelatihan Dasar CPNS yang menjadi dasar pengembangan modul ajar.

DAFTAR RUJUKAN

- Çeken, B. & Taşkın, N. 2022. Multimedia learning principles in different learning environments: a systematic review. *Smart Learning Environments*, 9(1).
- Departemen Biologi Universitas Padjadjaran. 2025. *Struktur Kurikulum Sarjana Biologi*. [online] tersedia di: <https://biologi.unpad.ac.id/>

- Mayer, R. E. & Moreno, R. 2003. Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1): 43–52.
- Rice, S. C. 2013. Using interactive animations to enhance teaching, learning, and retention of respiration pathway concepts in face-to-face and online high school, undergraduate, and continuing education learning environments. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 14(1): 113–115.
- Sukmawati, S., Sufyadi, S., Utama, A. H. & Mastur, M. 2024. Pemanfaatan Media Short Video Learning untuk Mendukung Pembelajaran Metode Self-Paced Learning. *Journal of Education Research*, 5(4): 6255–6265.

Analisis Toksisitas Senyawa Kimia pada Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kulit Wajah secara In Siliko.

Dhea Percatawati¹, Eka Wahyu Widia Prasasti¹, dan Agus Muji Santoso^{*1}

¹Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: agusmujisantoso@gmail.com

ABSTRACT

Moringa oleifera L. leaves are used as an organic facial mask containing phytochemical compounds that can be used to improve facial skin health. However, all chemical compounds have different reactions to the skin. The purpose of this study was to determine the toxicity of *Moringa* leaves. The method used was descriptive exploratory using the Pubchem web and toxtree software. *Moringa* leaves contain 14 chemical compounds and from these compounds, 5 compounds were found with the highest peak area (31.82) *n*-hexadecanoic acid, (27.21) *cis*-vaccenic acid, (7.21) 3-chloro-*n*-isochroman-1-ylmethylpropionamide, (4.82) octadecanoic acid, and (2.82) gamma-sitosterol. The results showed that of the five compounds, 3 compounds have the potential to irritate the skin, namely *n*-hexadecanoic acid, *cis*-vaccenic acid, and octadecanoic acid. Meanwhile, 2 compounds, namely 3-chloro-*n*-isochroman-1-ylmethylpropionamide and gamma-sitosterol, do not have the potential to cause irritation.

Key words:

Moringa leaves, compounds, toxicity

Riwayat artikel

Diterima:

Diperbaiki:

Terbit:

PENDAHULUAN

Salah satu bagian organ tubuh yang paling penting untuk dirawat adalah kulit wajah. Kulit wajah yang tampak cantik dan sehat merupakan impian bagi setiap wanita. Dermatologi kosmetika Indonesia menunjukkan terdapat 80% penderita jerawat pada tahun 2010 dan 85% pada tahun 2013, paling banyak terjadi di usia 15 tahun (Lynn, dkk. 2016). Terdapat beberapa hal yang menyebabkan kulit wajah menjadi kurang sehat diantaranya adalah banyak mengkonsumsi makanan yang tidak sehat (makanan yang mengandung lemak tinggi, makanan yang tidak mengandung zat yang dibutuhkan oleh tubuh), kurangnya istirahat, sering melakukan aktivitas fisik yang berat, sering beraktivitas diluar ruangan yang menyebabkan kulit banyak terkena sinar matahari, debu, asap rokok, polusi kendaraan Perwita, M. H. (2019), serta kurangnya menjaga kesehatan kulit terutama kulit wajah. Kebiasaan tersebut dapat menimbulkan masalah pada kulit wajah seperti penuaan dini, kusam, flek hitam dan jerawat. Proses penuaan merupakan proses jaringan pada kulit kehilangan kemampuan untuk regenerasi dan mempertahankan fungsi kulit.

Melakukan perawatan terhadap kulit wajah hal yang paling pertama dilakukan yakni mengenal tipe kulit wajah. Tipe-tipe kulit wajah terbagi menjadi 3 tipe yaitu tipe kulit kering, tipe kulit berminyak, dan tipe kulit normal. Perawatan wajah yang paling mudah yakni menggunakan masker wajah (Sari & Setyowati, 2014). Masker wajah telah terbukti dapat membantu merawat

kesehatan kulit. Masker wajah dapat membersihkan pori-pori wajah, menjaga wajah tetap terhidrasi dan membuat wajah terlihat lebih cerah. Menurut Rohana (2014), masker wajah berdasarkan bentuknya terbagi menjadi 4 yaitu masker bubuk, masker krim, masker kertas atau kain, dan masker dalam bentuk gel. Berdasarkan bahan pembuatannya, masker wajah terbagi menjadi 2 yaitu masker berbahan dasar kimia dan masker berbahan dasar bahan alami/organik. Masker berbahan dasar alami seperti buah, sayuran, dan rempah. Perawatan menggunakan bahan alami dipercaya masyarakat dapat menutrisi kulit wajah, membantu mengobati dan memulihkan kulit wajah yang bermasalah seperti jerawat, flek hitam, dan penuaan tanpa menimbulkan efek samping. Masker organik memiliki kandungan senyawa yang baik untuk wajah. Masker organik dapat dibuat dengan memanfaatkan tumbuhan yang ada disekitar seperti daun kelor (Putra, 2016). Kelor memiliki nama latin *Moringa oleifera* L. mengandung senyawa fitokimia yang dapat digunakan untuk meningkatkan kesehatan kulit wajah. *Moringa oleifera* L. dapat membuat kulit wajah menjadi cerah, lembut, dan terhidrasi. Selain itu, menurut Maarif & Septianisa (2019) masker daun kelor dapat membantu memulihkan masalah kulit wajah diantaranya kusam, jerawat, flek hitam dan mencegah penuaan.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya masih dijelaskan pemanfaatan ekstrak *Moringa oleifera* L. sebagai masker organik untuk merawat kesehatan kulit wajah. Akan tetapi, penelitian mengenai uji toksisitas senyawa kimia hasil ekstraksi daun kelor belum banyak ditemukan. Senyawa yang berasal dari alam memiliki karakteristik dan aktivitas yang berbeda-beda terhadap manusia khususnya kulit wajah. Oleh karena itu, penelitian ini dibuat untuk mengetahui tingkat toksisitas senyawa pada daun kelor terhadap kulit wajah sebagai masker alami.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif menggunakan metode penelitian deskriptif eksploratif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang melakukan analisis sampai pada menganalisis dan menyajikan data secara sistematis. Sedangkan penelitian eksploratif adalah jenis penelitian yang bertujuan untuk mengungkapkan suatu fakta yang baru berupa pengelompokan suatu gejala, fakta, dan penyakit tertentu. Adapun alat dan bahan, serta prosedur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu perangkat keras berupa laptop, perangkat lunak Pubchem, dan software Toxtree. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kandungan senyawa yang terdapat pada daun kelor. Kandungan senyawa ini diperoleh melalui studi literatur.

2. Prosedur

2.1 Penyiapan canonical SMILES

Data canonical SMILES diperoleh dari website Pubchem dengan tautan laman berikut <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> dengan cara mengunjungi website tersebut kemudian tulis di bagian pencarian senyawa yang akan dianalisis. Pilih senyawa yang sama dengan pencarian. Kemudian tarik ke bawah, data canonical SMILES terdapat pada nomor 2.1.14.

2.2 Uji toksisitas

Uji toksisitas senyawa pada daun kelor menggunakan software toxtree-3.1.0. Software toxtree diperlukan untuk menganalisis data canonical SMILES yang telah didapat. Penganalisisan dilakukan satu persatu untuk setiap senyawa. Tulis pada chemical identifier kemudian klik bagian atas bertuliskan method, pilih select a decision tree, pilih skin irritation / skin corrosion.

3. Analisis Data

Data yang diperoleh berupa kategori iritasi dan korosi kulit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Kandungan Senyawa, Canonical Smile, dan Peak Area pada Daun Kelor

No.	Nama Senyawa	Canonical Smile	Peak area (%)
1.	Siklo Pentanetriol	<chem>C1CC(C(C1O)O)O</chem>	1,68
2.	L-galaktosa, 6-deoksi-	<chem>CC(C(C(C(C=O)O)O)O)O</chem>	1,68
3.	Asam n-Hexadecanoic	<chem>CC(C)CCCCCCCCCCCC C(=O)O</chem>	31,82
4.	Asam Tetradekanoat	<chem>CCCCCCCCCCCCCCCC(=O)O</chem>	2,18
5.	Asam cis-vaccenic	<chem>CCCCCCC=CCCCCCCC CCC(=O)O</chem>	27,21
6.	Asam Oktadekanoat	<chem>CCCCCCCCCCCCCCCCCC CC(=O)O</chem>	4.82
7.	Palmitoil Klorida	<chem>CCCCCCCCCCCCCCCCCCCC(=O)Cl</chem>	1,51
8.	3-Kloro-N-Idokroman-1-ylmethylpropionamide	<chem>C1C(OCC2=CC=CC=C21) C#N</chem> <chem>CNC(=O)C3=CC=CC(=C3)</chem>	7,21
9.	Asamm 2-Butenoat, 2-Metoksi- 3-metil-, metil ester	<chem>COCC1=CC(=CC=C1)C(=O)O</chem>	1,70
10.	3,4-Diklorobenzonitril	<chem>C1=CC(=C(C(=C1C#N)N)Cl)Cl</chem>	2,28
11.	Manitol,1,4-di-O-metil-,tetraasetat	<chem>CC(=O)OCC(C(COC(=O)C)(COC(=O)C)OCSC)OC(=O)C</chem>	1,72
12.	Beta.-1-Rhamnofuranosida, thio-octyl	<chem>CC(=O)OCC(C(COC(=O)C)(COC(=O)C)OCSC)OC(=O)C</chem>	1,0
13.	Gamma.-Sitosterol	<chem>CCC(CCC(C)C1CCC2C1(CCC3C2CC=C4C3(CCC(C4)O)C)C(C)C</chem>	2,82
14.	Pregn-5,7-dien-3-ol-20-satu	<chem>CC(=O)C1CCC2C1(CCC3 C2CC=C4C3(CCC(=O)C4) C)C</chem>	1,41

Kandungan senyawa bioaktif pada suatu bagian tanaman dapat dicari melalui data base online. Berdasarkan hasil koleksi senyawa bioaktif yang terdapat di ekstrak daun kelor sebanyak 14 senyawa (tabel 1), yang terdiri dari siklo pentanetriol, l-galaktosa, 6-deoksi-, asam n-hexadecanoic, asam cis-vaccenic, asam oktadekanoat, palmitoil klorida, 3-kloro-n- isokroman-1-ylmethylpropionamide, asam 2-butenat, 2-metoksi-3-metil-, metil ester, 3,4-diklorobenxonitril, manitol,1,4-di-O-metil,tetraasetat, beta.-1-rhamnofuranosida,thio-octyl, gamma.-sitosterol, dan pregn-5,7-dien-3-ol-20-satu (Jee & Kumar, 2020). Selanjutnya dilakukan

penganalisisan menggunakan data base PubChem yang bertujuan untuk memperoleh data Canonical SMILES. Fungsi data Canonical SMILES digunakan untuk memprediksi setiap senyawa dengan menggunakan software toxtree.

Puncak area/luas puncak adalah luas area yang berada di bawah puncak yang ditentukan oleh tinggi dan lebar dasar puncak dimana semakin tinggi puncak dan semakin lebar dasar puncak, maka semakin besar luas puncak. Data peak area (luas puncak) berhubungan dengan konsentrasi senyawa dimana semakin luas puncak suatu senyawa maka semakin tinggi konsentrasi senyawa tersebut. Peak area ditentukan oleh faktor sensitivitas detektor dan keakuratan alat pengolahan data (Pontoh & Buyung, 2011). Data peak area digunakan untuk memperoleh 5 senyawa tertinggi (tabel 2) yang terdapat pada daun kelor yaitu asam n-Hexadecanoic (31,82%), asam cis-Vaccenic (27,21%), 3-Kloro-N-isokroman-1-ylmethylpropionamide (7,21%), asam oktadekanoat (4,82%), dan gamma.-sitosterol (2,82%).

Data kelima senyawa tersebut kemudian diuji dengan menggunakan software toxtree yang digunakan untuk pengujian toksisitas senyawa (Tabel 2). Toxtree memiliki banyak parameter uji dengan hasil akhir pengujian toksisitas yang berbeda. Uji toksisitas senyawa dilakukan dengan menggunakan parameter Skin Toxicity / Skin Corrosion.

Hexadecanoic acid methyl ester (metil palmitat) termasuk asam lemak yang memiliki sifat antibakteri dengan merusak struktur dinding dan membran sel dengan mekanisme secara sinergis dengan berbagai senyawa aktif sehingga dapat meningkatkan pengaruh aktivitas antibakteri (Padmini, et al. 2010). Senyawa Cis-Vaccenic acid merupakan senyawa asam dominan yang memiliki sifat antibakteri (Semwal dkk, 2018). Asam oktadekanoat dilaporkan memiliki antioksidan, antiinflamasi, aktivitas antikanker, antibakteri dan antihipertensi (Burns et al., 2012). Senyawa Gamma.-sitosterol ditemukan memiliki aktivitas antikanker (Yogesh et al., 2012). Pemanfaatan dan bioaktivitas dari senyawa *Moringa oleifera* L. dapat dijadikan sebagai antimikroba, antioksidan, pencegahan malnutrisi, serta anti kanker (Purba,, 2020).

Tabel 2. Hasil Analisis Toksisitas 5 Kandungan Senyawa Tertinggi *Moringa oleifera* L.

Peak Area	Nama Senyawa	Skin Irritation	Skin Corosion
31,82	asam n-Hexadecanoic	+	-
27,21	asam cis-Vaccenic	+	-
7,21	l-isokroman- 1-ylmethylpropionamide	-	-
4,82	asam oktadekanoat	+	-
2,82	Gamma.-Sitosterol	-	-

Pengujian iritasi bertujuan untuk mengetahui apakah senyawa tersebut dapat mengiritasi ketika digunakan pada kulit (Aruan, 2017). Hasil analisis senyawa tidak menimbulkan iritasi seperti timbulnya kemerahan pada kulit, rasa sakit maupun rasa terbakar (Ningrum, 2018). Hasil analisis software toxtree menunjukkan terdapat 3 senyawa yang berpotensi mengiritasi kulit yaitu senyawa asam n-Hexadecanoic, asam cis-Vaccenic, dan asam oktadekanoat. Sedangkan analisis negatif menunjukkan bahwa senyawa tersebut tidak berpotensi mengiritasi kulit. Terdapat 2 senyawa yaitu 3-Kloro-N-isokroman-1-ylmethylpropionamide dan gamma.- Sitosterol tidak berpotensi mengiritasi. Pada parameter *skin corrosion*, kelima senyawa tersebut tidak berpotensi merusak kulit.

SIMPULAN

Pada daun Moringa oleifera L. ditemukan 14 senyawa yang dilaporkan dapat berfungsi sebagai antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, dan antikanker. Daun Moringa oleifera L. juga dapat digunakan sebagai masker wajah alami. Hasil menunjukkan dari 5 senyawa tertinggi yang terdapat pada daun kelor, 3 senyawa asam berpotensi mengiritasi kulit.

DAFTAR RUJUKAN

- Aruan, L. P. A. (2017). Formulasi Sediaan Masker Peel Off yang Mengandung Ekstrak Buah Apel Hijau (*Malus domestica* Borkh.) sebagai Anti-Skin. Skripsi. Medan: Program Ekstensi Sarjana Farmasi Fakultas Farmasi.
- Burns, T. A., Kadegowda, A. K. G., Duckett, S. K., Pratt, S. L., & Jenkins, T. C. (2012). Palmitoleic (16: 1 cis-9) and Cis-Vaccenic (18: 1 cis-11) Acid Alter Lipogenesis In Bovine Adipocyte Culture. *Lipids*, 47, 1143-1153.
- Lynn, D. D., Umari, T., Dunnick, C. A., & Dellavalle, R. P. (2016). The epidemiology of acne vulgaris in late adolescence. *Adolescent health, medicine and therapeutics*, 13-25.
- Maarif, V., Nur, H. M., & Septianisa, T. A. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Skincare yang Sesuai dengan Jenis Kulit Wajah Menggunakan Logika Fuzzy. *EVOLUSI: Jurnal Sains dan Manajemen*, 7(2).
- Ningrum, W. A. (2018). Pembuatan dan Evaluasi Fisik Sediaan Masker Gell Peel-Off Ekstrak Etanol Daun Teh (*Camelia sinensis* L.). *Jurnal farmasi Sains dan Praktis*, 4(2), 60.
- Padmini, E., Valarmathi, A., & Rani, M. U. (2010). Comparative Analysis of Chemical Composition and Antibacterial Activities of *Mentha Spicata* and *Camellia Sinensis*. *Asian J. Exp. Biol. Sci*, 1(4), 772-781.
- Perwita, M. H. (2019). Pemanfaatan Ekstrak Moringa oleifera sebagai Masker Organik untuk Merawat Kesehatan Kulit Wajah. *Jurnal Keluarga Sehat Sejahtera*, 17(2), 36-41.
- Purba, E. C. (2020). Kelor (*Moringa oleifera* lam.) : Pemanfaatan dan Bioaktivitas. *Jurnal: Pro-Life*, 1(7). <https://doi.org/10.33541/jpvol6iss2pp102>
- Putra, I. W. D. P., Dharmayudha, A. A. G. O., & Sudimartini, L. M. (2016). Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) di Bali. *Indonesia Medicus Veterinus*, 5(5), 464-473.
- Pontoh, J., & Buyung, N. T. (2011). Analisa Asam Lemak dalam Minyak Kelapa Murni (VCO) dengan Dua Peralatan Kromatografi Gas. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2), 278-280.
- Rohana, R. (2014). Pengaplikasian Masker Ekstrak Essensial Oil Mawar Pada Jenis Kulit Kering Untuk Usia Setengah Baya. *Jurnal Keluarga Sehat Sejahtera*, 12(2).
- Sari, N. R., & Setyowati, E. (2014). Pengaruh Masker Jagung dan Minyak Zaitun terhadap Perawatan Kulit Wajah. *Beauty and Beauty Health Education*, 3(1).
- Semwal, P., Painuli, S., Badoni, H., & Bacheti, R. K. (2018). Screening of Phytoconstituents and Antibacterial Activity of Leaves and Bark of *Quercus Leucotrichophora* A. Camus from Uttarakhand Himalaya. *Clinical Phytoscience*, 4, 5.
- Yogesh M. C., V Detane, S., S Kulthe, S., C Godhani, C., N Inamdar, N., M Shirolkar, S., ... & K Mourya, V. (2012). Low Molecular Weight Palmitoyl Chitosan: Synthesis, Characterization and Nanoparticle Preparation. *Advanced Materials Letters*, 3(6), 487-492.

Mengungkap Potensi Senyawa pada Tanaman Sirih Cina (*Peperomia pellucida*) Sebagai Antioksidan Secara *IN SILICO*

Linda Elyanawati Rahayu¹, Tykha Amanda Riskia Putri¹, Agus Muji Santoso^{1*}

¹ Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: agusmujisantoso@gmail.com

ABSTRACT

Chinese betel (Peperomia pellucida) is a traditional medicinal plant that can be used as an antioxidant. This plant has been used as an anti-inflammatory, anti-fungal, anti-bacterial, anti-cancer, anti-microbial, anti-inflammatory, antioxidant, and anti-dermatogenic agent. Exploratory results have revealed numerous compounds and antioxidant activity, including caryophyllene, phytol, apiol, 1,4-benzenediol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-, and n-hexadecanoic acid. This study aims to uncover the potential of compounds in the Chinese betel plant as antioxidants.

Key words:

chinese betel, antioxidants

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang dimana memiliki berbagai rempah-rempah untuk kesejahteraan masyarakat. Kekayaan Indonesia di alam memiliki manfaat salah satunya sebagai obat tradisional untuk antioksidan seperti kanker, anti jamur menggunakan tanaman yang sesuai dengan kebutuhan. Masyarakat di Indonesia sering menggunakan obat tradisional seperti tanaman yang dipercaya mengandung khasiat yang ampuh untuk mengobati penyakit. Bangsa Indonesia membuat obat tradisional memanfaatkan bahan alam telah terbukti adanya naskah lama pada daun lontar Husodo (Jawa), dokumen serat Primbon Jampi dan relief candi Borobudur yang melukiskan seorang meracik obat (jamu) yang mana bahan bakunya dari tumbuhan (Salsabila dan Sumayah 2017). Penggunaan obat tradisional, supaya negara maju untuk harapan hidup yang lebih panjang. Obat kimia tidak jarang mengalami kegagalan karena adanya efek samping yang ada di dalam kandungan obat, sedangkan pada obat herbal masyarakat biasanya lebih sering menggunakan tanaman yang sesuai dengan penyakit yang diderita. Salah satu tanaman yang mengandung khasiat untuk penyakit yaitu sirih cina (*Peperomia pellucida*).

Sirih cina (*Peperomia pellucida*) merupakan tumbuhan liar yang memiliki daun berbentuk hati dengan ujung yang lancip. Tumbuh di daerah yang tidak begitu kering, tinggi 10-20 cm. Tanaman sirih cina sering dijumpai di kawasan rumah warga, dan di tempat yang secara langsung tidak terkena sinar matahari. Tanaman sirih cina secara tradisional dimanfaatkan dalam mengobati beberapa penyakit. Pemanfaatan tanaman sirih cina sebagai obat karena keterkaitannya dengan antioksidan. Tanaman sirih cina secara tradisional dimanfaatkan untuk mengobati penyakit seperti abses, bisul, jerawat, radang kulit, penyakit ginjal, dan sakit perut.

(Lubis, dkk. 2022). Sirih cina merupakan tanaman yang banyak manfaat karena memiliki kandungan senyawa yang terdapat di dalam tanaman sirih cina.

Banyak penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa daun sirih cina memiliki aktivitas sebagai anti inflamasi, anti jamur, anti bakteri, anti kanker, anti mikroba, anti radang, anti oksidan, dan anti dermatogenik (Putri, 2003). Sirih cina berpotensi sebagai antimikroba dengan senyawa metabolit yang dihasilkan seperti flavonoid, fenolik, saponin, dan triterpenoid (Wei et al., 2011). *P. pellucida* juga berpotensi terhadap bakteri seperti Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri patogen yang menyebabkan infeksi. Pada *P. aeruginosa* yang telah diteliti resisten terhadap antibiotika. Kemudian ada bakteri *Trichophyton rubrum* yang menyebabkan infeksi pada kulit. Menurut Utami dkk (2022), efektifitas ekstrak batang sirih cina lebih tinggi dibanding bagian daun untuk antifungi. Sirih cina juga mampu menghambat pertumbuhan bakteri seperti *Staphylococcus aureus*, dan *Klebsiella pneumonia*, *E. coli*. Resistensi bakteri terhadap antibiotik mengakibatkan lama waktu penyembuhan pada penyakit. Penggunaan obat-obatan yang mengandung bahan kimia tinggi membuat masyarakat lebih memilih menggunakan obat tradisional berbahan dasar tumbuhan sebagai anti bakteri dan penyembuh luka.

METODE

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif eksploratif yang bertujuan mengungkap potensi senyawa pada tanaman Sirih cina (*Peperomia pellucida*) sebagai antioksidan secara in silico. Data yang ada pada sirih cina dikoleksi dan ditelusur pustaka dari penelitian sebelumnya. Setelah itu, identitas senyawa tersebut dieksplorasi dari database yaitu Pubchem dan Way2drug. Dari Pubchem cari nama senyawa dan canonical smile lalu disalin. Setelah itu, masukkan canonical smile ke web Way2drug, kemudian pilih target senyawa aktif pada daun sirih cina dengan nilai probabilitas activity (Pa) lebih dari 0,7. Selanjutnya, pilih aktivitas dari daun sirih cina yang mengandung antioksidan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil telusur pustaka, terdapat 5 senyawa yang terdapat pada sirih cina (*Peperomia pellucida*) (tabel 1) yaitu Caryophyllene, Phytol, Apiol, 1,4-Benzenediol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-, n-Hexadecanoic acid. Hasil dari eksploratif web Pubchem, caryophyllene memiliki id senyawa 5281515, phytol memiliki id 5280435, apiol memiliki id 10659, 1,4-Benzenediol, 2,6-bis(1,1- dimethylethyl)- memiliki id 87263, dan n-Hexadecanoic acid memiliki id 985. Dari web pubchem diperoleh canonical smile yang kemudian disalin pada web Way2drug dan mencari nilai Pa >0,7 lalu mengeksplor aktivitas yang mengandung antioksidan.

Caryophyllene senyawa ini yang terkandung dalam daun sirih cina sebagai antioksidan, pengobatan pada kanker, dan mencegah peradangan pada kulit. Caryophyllene adalah sesquiterpene alami, Sesquiterpene terdiri dari tiga unit isopren yang memiliki rumus molekul C₁₅H₂₄. Caryophyllene sering ditemukan dalam campuran isocaryophyllene (γ -caryophyllene) dan α -humulene (α -caryophyllene), isomer dengan cincin terbuka.

Senyawa Phytol dapat dijadikan sebagai alternatif obat anti kanker kolorektal dengan protein ALK 5USQ karena sudah memenuhi kriteria standar untuk nilai binding affinity dan RMSD namun masih kurang efektif, dikarenakan senyawa evodiamine memiliki nilai binding affinity lebih tinggi yaitu -7,7 kcal/mol dan RMSD 2,074 Å. Kegunaan senyawa phytol sebagai prekursor proses pembentukan vitamin E dan vitamin K1. Fungsi lain senyawa phytol untuk memodulasi transkripsi dalam sel melalui faktor transkripsi PPAR-alpha dan reseptor retinoid X (RXR) (Pubchem, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Silva et al., (2014) menunjukkan bahwa senyawa phytol memiliki aktivitas anti-inflamasi pada model peradangan akut. Adanya

penghambatan migrasi neutrophil, dan mengurangi inflamasi interleukin (IL-1 β) dan Tumor Necrosis Factor (TNF- α) dan stres oksidatif. Bahwa phytol merupakan senyawa titepenoid dan terpenoid yaitu senyawa fitol yang berperan sebagai antibakteri.

Senyawa apiol bersifat diuretik yang dapat dijadikan sebagai starting material untuk mensintesis obat psikotropika ekstasi. Selain itu, apiol juga bersifat sebagai antibakteri, sedatif dan sebagai insektisida. Apiol memiliki potensi untuk pengobatan kanker dengan nilai Pa (0,885). Selain itu sebagai peradangan kulit yang memiliki nilai Pa (0,795).

Potensi senyawa 1,4-Benzenediol, 2,6-bis(1,1- dimethylethyl)- yang terkandung di dalam sirih cina mempunyai aktivitas sebagai pengobatan iritasi kulit (0,980), pengobatan iritasi mata (0,974). Selain itu senyawa tersebut juga berpotensi sebagai menghentikan tingkat pertumbuhan dan infeksi jamur (0,834), dan sebagai pengobatan kanker yang bermutasi.

Tabel 1. Senyawa yang terkandung pada tanaman sirih cina

No	Nama	ID senyawa	PA	Potensi
1	Caryophyllene	5281515	0,915	Antineoplastik (pengobatan kanker)
			0,897	Antieksimatis (mencegah peradangan pada kulit)
2	Phytol	5280435	0,845	Chymosin inhibitor (menghambat enzim)
			0,736	Antiulcerative (untuk peradangan usus)
			0,710	Antiviral (Rhinovirus) (anti virus)
3	Apiol	10659	0,885	Stimulan caspase 3 (pengobatan kanker)
			0,822	agonis integritas membran (antibiotik pada bakteri)
			0,795	Antieksimatis (mencegah peradangan pada kulit)
4	1,4-Benzenediol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-	87263	0,980	Iritasi kulit, tidak aktif
			0,974	Iritasi mata, tidak aktif
			0,848	Penghambat 3-epimerase ribulosa-fosfat (pengobatan kanker pada pankreas)
			0,834	Cutinase inhibitor (menghentikan tingkat infeksi jamur)
				TP53 expression enhancer pengobatan pada kanker yang bermutasi)
5	n-Hexadecanoic acid	985	0,920	Antieksimatis (mencegah peradangan pada kulit)
			0,866	Antiseborrheic (untuk peradangan kulit, mengurangi kekeringan pada kulit)

Senyawa n-Hexadecanoic acid berpotensi sebagai antieksimatis mencegah peradangan pada kulit (0,920). Senyawa ini juga dapat membantu mengatasi kulit kering dan bersisik serta kondisi lainnya seperti psoriasis dan eksim.

Potensi senyawa yang terkandung di sirih cina terakhir adalah n-Hexadecanoic acid memiliki aktivitas yang terkandung sebagai antienzimatis (mencegah peradangan pada kulit) dengan Pa (0,920). Kemudian sebagai Antiseborrheic (untuk peradangan kulit, mengurangi kekeringan pada kulit) dengan Pa (0,866).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang mengungkap potensi senyawa pada tanaman sirih cina sebagai antioksidan, kandungan Caryophyllene senyawa ini yang terkandung dalam daun sirih cina sebagai antioksidan dan mencegah peradangan pada kulit. Kandungan Phytol pada daun sirih cina dapat digunakan sebagai obat alternatif anti kanker, Kandungan Apiol pada daun sirih cina bisa mencegah peradangan pada kulit seperti pengobatan jerawat. Senyawa n-Hexadecanoic acid membantu mengatasi kulit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pembaca.

DAFTAR RUJUKAN

- Yuliani, D., Dewi, I. K., & Marhamah, S. (2022). Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Cina (*Peperomia Pellucida*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium Acnes* dan Tinjauannya Menurut Pandangan Islam. *Jurnal Sosial dan Sains*, 2(1), 173-181.
- Purwaningsih, D., & Wulandari, D. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Suruhan (*Peperomia pellucida* L. Kunth) Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 1-7.
- Wei, L. S., Wee, W., Yong, J., Siong, F., & Syamsumir, D. F. 2011. Characterization of
- Karomah, S. (2019). Uji Ekstrak Tumbuhan Sirih Cina (*Peperomia pellucida* L.) Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Sumayyah, S., & Salsabila, N. (2017). Obat tradisional: antara khasiat dan efek sampingnya. *Majalah Farmasetika*, 2(5), 1-4.
- Andriani, L., Monica, T., & Lubis, N. I. (2022). Pemanfaatan Tanaman Herbal (Sirih Cina, Jahe, dan Kayu Manis) Melalui Kegiatan KKN di RT 03 Kelurahan Suka Karya Kecamatan Kotabaru,
- Sari, A. N. (2016). Berbagai tanaman rempah sebagai sumber antioksidan alami. *Elkawanie: Journal of Islamic Science and Technology*, 2(2), 203-212.
- Haryani, T. S., Sari, B. L., & Triastinurmiatiningsih, T. (2015). Efektivitas ekstrak padina australis sebagai antibakteri *escherichia coli* penyebab diare. *Fitofarmaka: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 4(2), 1-9.
- Jamal, Y., & Agusta, A. (2005). CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL OF GEDEBONG BERRIES (*Piper aduncum* L.). *Indonesian Journal of Pharmacy*, 284-289.

Mengungkap Potensi Senyawa Kimia pada Daun Sirsak (*Annona muricata* L) Sebagai Antikanker Secara Biokomputasi

Jelly Dwi Renanda¹, Triana Sari¹, Agus Muji Santoso¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: agusmujisantoso@gmail.com

ABSTRACT

Cancer is one of the leading causes of death worldwide. Chemotherapy remains the primary method for treating cancer; however, it has limitations, including high side effects and the emergence of drug resistance. Therefore, alternative treatments that are safer and more effective are needed by utilizing natural products. This study aims to reveal the potential of bioactive compounds contained in soursop leaves (*Annona muricata*) as anticancer agents. The method used was a literature study by reviewing various references and chemical databases, namely PubChem and PASS Online (Way2Drug), to identify bioactive compounds present in soursop leaves and to predict their biological activities. The results of the analysis indicate that soursop leaves contain several important bioactive compounds, including (Z)-7-tetradecenal, n-hexadecanoic acid, oleyl alcohol, and phytol. These compounds exhibit antioxidant activity, which plays a role in protecting cells from oxidative damage, one of the main causes of cancer development. Based on these findings, it can be concluded that soursop leaves have significant potential as a natural source of anticancer compounds. This study recommends further investigations through in vitro and in vivo experiments to confirm the effectiveness and safety of the bioactive compounds in soursop leaves as candidates for natural anticancer drugs.

Key words:

Anticancer, soursop leaves , bioactive compounds

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Kanker merupakan salah satu penyakit utama penyebab kematian di dunia (Cahyanti, 2021). kanker adalah sekelompok besar penyakit yang ditandai dengan perkembangan sel-sel abnormal yang bersifat ganas yang tumbuh membelah tak terkendali dan menyebar dibagian tubuh manapun. Ancaman kanker di Indonesia meningkat seiring dengan perubahan pola hidup masyarakat, sepertiga kematian akibat kanker berhubungan dengan 5 kebiasaan gaya hidup dan pola makan kelima faktor tersebut yaitu obesitas, diet rendah sayur dan buah, kurang aktivitas fisik, penggunaan tembakau, dan penggunaan alkohol (Dewi, 2016). Pengobatan kanker selalu menjadi kalimat yang sangat menakutkan bagi setiap orang yang mendengar maupun bagi mereka yang terpaksa menjalaninya. Pengobatan kanker secara medis yang selama ini dilakukan

adalah melalui pembedahan (operasi), penyinaran (radiasi), dan terapi kimia (kemoterapi) (Ramadhan dkk, 2014). Pengobatan kanker dengan kemoterapi masih memiliki kelemahan. Selain membunuh sel kanker, pengobatan secara kimia juga mempengaruhi sel-sel normal dengan tingkat proliferasi cepat, seperti folikel rambut, sumsum tulang dan sel-sel saluran pencernaan, menghasilkan efek samping kemoterapi yang khas. Karena hal inilah, dibutuhkan penemuan pengobatan baru yang selektif membunuh sel kanker tanpa mempengaruhi sel normal (Wijaya dkk, 2017).

Penggunaan obat kimia maupun dari herbal memiliki keunggulan dan kelemahan, namun herbal dalam mengatasi kanker lebih aman dalam jangka waktu panjang. Contohnya penggunaan daun sirsak. Tanaman sirsak (*A. muricata* L.) merupakan salah satu tanaman yang mengandung antioksidan tinggi dan telah banyak dijadikan sebagai tumbuhan obat (Syahida et al, 2012). Sirsak sudah lama digunakan sebagai obat tradisional, namun belum banyak yang menyadari bahwa sirsak mempunyai kemampuan memberantas sel kanker lebih baik dibandingkan kemoterapi. (Andalia dkk, 2016) mengatakan bahwa penggunaan rebusan daun sirsak dapat memerangi penyakit super berbahaya seperti kanker beberapa senyawa aktif lain yang terkandung dalam daun sirsak dan telah diteliti memiliki aktivitas antikanker adalah seperti acetogenin, flavonoid, saponin dan alkaloid. Senyawa acetogenin yang terdapat dalam daun sirsak berperan sebagai inhibitor sumber energi untuk pertumbuhan sel kanker. Kekuatan energi menyebabkan sel tidak bisa membelah dengan baik. Acetogenin yang ikut masuk ke dalam tubuh akan menempel pada reseptor dinding sel dan berfungsi merusak ATP di dinding mitokondria. Akibatnya produksi energi didalam sel kanker terhenti dan akhirnya sel kanker akan mati, (Utari dkk, 2013)

METODE

Pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif. Penelitian deskriptif eksploratif ini bertujuan untuk mengungkap potensi senyawa bioaktif dari daun sirsak (*A. muricata* L), alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras (*hardware*) yakni laptop dengan RAM 582GB dan perangkat lunak (*software*), senyawa bioaktif pada bagian daun tanaman sirsak *A. muricata* yang sudah dikoleksi, kemudian diunifikasi dengan mengoleksi CANONICAL SMILES masing-masing senyawa menggunakan, pubChem pada laman <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> Kemudian CANONICAL SMILES yang didapat dimasukkan pada laman <http://www.way2drug.com/passonline/predict.php> untuk memperoleh $Pa > 0,7$ dan aktivitas senyawa, bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah senyawa bioaktif daun sirsak (*A. muricata* L.) yang dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan telusur pustaka ada 4 senyawa aktif utama yang terdapat di dalam daun sirsak (*A. muricata* L.) yaitu 7-tetradecenal, (Z), n-hexadecanoic acid, oleyl alcohol, phytol. Berdasarkan eksplorasi database PubChem senyawa yang digunakan memiliki nomor identitas 5364468, n-hexadecanoic acid memiliki nomor identitas 985, oleyl alcohol memiliki nomor identitas 5284499, phytol memiliki nomor identitas 5280435. Dari eksplorasi pada PubChem juga diperoleh canonical smiles. Analisis potensi senyawa menggunakan Way2Durg dan mengambil skor $Pa > 0,7$. Berikut senyawa yang ditemukan pada Daun Sirsak (*Annona muricata* L), selengkapnya seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 Senyawa yang ditemukan pada daun sirsak

No	Nama Senyawa	ID Senyawa	PA	Activity
1.	7-Tetradecenal, (Z)	5364468	0,955	CYP2J substrate (memainkan peran penting dalam peradangan dan kanker)
			0,913	GST A substrate (penghambat dan pro-obat pada kanker dan penyakit neurodegenerative)
			0,899	CYP2J2 substrate (mengatur pertumbuhan berbagai jenis kanker/ agen antikanker)
			0,879	Sugar-phosphatase inhibitor (pengaturan gula dalam sel dan dapat digunakan sebagai strategi dalam pengobatan penyakit seperti diabetes atau kanker)
			0,876	Ubiquinol-cytochrome-c reductase inhibitor (sebagai penghambat pertumbuhan kanker)
			0,875	BRAF expression inhibitor (sebagai antikanker)
			0,864	Fucoesterol-epoxide lyase inhibitor (Sebagai antikanker)
2.	n-Hexadecanoic acid	985	0,973	Acylcarnitine hydrolase inhibitor (substansi kunci untuk metabolisme sel)
			0,962	CYP2J substrate (memainkan peran penting dalam peradangan dan kanker)
			0,961	CYP2J2 substrate (mengatur pertumbuhan berbagai jenis kanker/ agen antikanker)
			0,938	Phosphatidylglycerophosphatase inhibitor (menghambat pertumbuhan sel kanker)
			0,935	Poly(alpha-L-gulonate) lyase inhibitor (penghambatannya diketahui menginduksi penangkapan proliferasi pada sel kanker)
			0,935	Sphinganine kinase inhibitor (sebagai penghambat pertumbuhan sel kanker yang digunakan untuk terapi penyakit kanker)
			0,783	Antimutagenic (sebagai pencegahan penyakit degeneratif seperti kanker)
3.	Oleyl Alcohol	5284499	0,740	TP53 expression enhancer (sebagai antikanker)
			0,930	Carboxypeptidase taq inhibitor (penghambat karboksi peptidase yang

4.	Phytol	5280435		secara spesifik dan tinggi diekspresikan dalam kelenjar sutera, yang secara signifikan dapat mencegah proliferasi sel kanker)
			0,811	Prostaglandin-E2 9-reductase inhibitor (mengurangi apoptosis, meningkatkan metastasis dan angiogenesis, dan menekan imunitas antitumor)
			0,782	Glucose oxidase inhibitor Glukosa oksidase (Gox) (protein toksik potensial lainnya yang mendapat perhatian signifikan dalam terapi kanker)
			0,769	Antimutagenic (sebagai pencegahan penyakit degeneratif seperti kanker)
			0,714	Peroxidase substrate (salah satu toksin protein paling efisien yang perannya sebagai agen antikanker telah diteliti dengan baik)
			0,711	TP53 expression enhancer (Gen TP53 mengkodekan protein yang berikatan dengan DNA dan mengatur ekspresi gen untuk mencegah mutasi genom)
			0,862	Testosterone 17beta-dehydrogenase (NADP+) inhibitor (anti kanker)
			0,785	CYP2J substrate (memainkan peran penting dalam peradangan dan kanker)
			0,769	Antimutagenic (sebagai pencegahan penyakit degeneratif seperti kanker)
			0,750	Carboxypeptidase taq inhibitor (penghambat karboksipeptidase yang secara spesifik dan tinggi diekspresikan dalam kelenjar sutera, yang secara signifikan dapat mencegah proliferasi sel kanker)
			0,724	TP53 expression enhancer (Gen TP53 mengkodekan protein yang berikatan dengan DNA dan mengatur ekspresi gen untuk mencegah mutasi genom)

Berdasarkan tabel 1 , daun sirsak (*Annona muricata* L) mengandung empat senyawa aktif utama, yaitu 7-Tetradecenal (Z), n-Hexadecanoic acid, Oleyl Alcohol, dan Phytol. Melalui eksplorasi database PubChem, senyawa-senyawa tersebut telah diidentifikasi dengan nomor identitas masing-masing, yaitu 5364468 untuk 7-Tetradecenal, 985 untuk n-Hexadecanoic acid, 5284499 untuk Oleyl Alcohol, dan 5280435 untuk Phytol. Analisis potensi senyawa

menggunakan Way2Drug mengungkapkan skor PA (Potency Activity) lebih dari 0,7 untuk beberapa senyawa.

7-Tetradecenal memiliki potensi sebagai substrat CYP2J (yang berperan penting dalam peradangan dan kanker), substrat GST A (penghambat dan pro-obat pada kanker dan penyakit neurodegeneratif), substrat CYP2J2 (pengatur pertumbuhan berbagai jenis kanker/agen antikanker), penghambat sugar-phosphatase (pengaturan gula dalam sel dan strategi pengobatan penyakit seperti diabetes atau kanker), penghambat ubiquinol-cytochrome-c reductase (penghambat pertumbuhan kanker), dan penghambat ekspresi BRAF (antikanker) (Xu et al., 2013). 7-tetradecenal (Z) memiliki fungsi sebagai agen antiinflamasi dan CYP2J substrate. Senyawa ini memiliki potensi untuk mengatur peradangan dan berperan dalam pengobatan kanker. Dalam konteks antiinflamasi, senyawa ini dapat membantu mengurangi respons peradangan dalam tubuh. Selain itu, 7-Tetradecenal (Z) juga berpotensi sebagai substrat untuk enzim CYP2J, yang memiliki peran penting dalam peradangan dan kanker. Dengan menjadi substrat untuk enzim ini, senyawa ini dapat mempengaruhi jalur molekuler yang terlibat dalam peradangan dan kanker, sehingga memiliki potensi sebagai komponen dalam strategi pengobatan penyakit-penyakit tersebut (NaAllah et al., 2021). Meskipun begitu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami mekanisme aksi dan efek yang lebih rinci dari senyawa ini dalam konteks pengobatan.

n-hexadecanoic acid memiliki potensi sebagai penghambat acylcarnitine hydrolase (substansi kunci untuk metabolisme sel), substrat CYP2J (berperan penting dalam peradangan dan kanker), substrat CYP2J2 (pengatur pertumbuhan berbagai jenis kanker/agen antikanker), penghambat *phosphatidylglycerophosphatase* (menghambat pertumbuhan sel kanker), penghambat poly(alpha-L-gulonate) lyase (penginduksi penangkapan proliferasi pada sel kanker), penghambat sphinganine kinase (penghambat pertumbuhan sel kanker yang digunakan untuk terapi penyakit kanker), antimutagenik (pencegahan penyakit degeneratif seperti kanker), dan peningkat ekspresi TP53 (antikanker). n-hexadecanoic acid memiliki beberapa fungsi yang penting dalam konteks kesehatan. Pertama, senyawa ini memiliki sifat anti inflamasi, yang berarti mampu mengurangi respons peradangan dalam tubuh (Naspiah dkk., 2016). Hal ini menjadikannya potensial untuk digunakan dalam pengaturan peradangan dan pengobatan kanker. Selain itu, n-Hexadecanoic acid juga berperan sebagai substrat untuk enzim CYP2J2. Enzim ini memiliki peran penting dalam peradangan dan kanker. Sebagai substrat untuk enzim tersebut, n-Hexadecanoic acid dapat mempengaruhi jalur molekuler yang terlibat dalam peradangan dan kanker, sehingga berpotensi menjadi komponen dalam strategi pengobatan (Bindu et al., 2020). Selanjutnya, senyawa ini juga berpotensi sebagai penghambat phosphatidyl glycerophosphate, yang berperan dalam regulasi pertumbuhan sel kanker (Biean et al., 2021). Dengan menghambat aktivitas enzim ini, n-hexadecanoic acid dapat memperlambat pertumbuhan sel kanker dan berkontribusi dalam pengobatan penyakit tersebut.

Oleyl alcohol memiliki potensi sebagai penghambat *karboksipeptidase taq* (penghambat proliferasi sel kanker yang diekspresikan secara spesifik dan tinggi dalam kelenjar sutera), penghambat prostaglandin-E2 9-reductase (mengurangi apoptosis, meningkatkan metastasis dan angiogenesis, dan menekan imunitas antitumor), penghambat glukosa oksidase (protein toksik potensial dalam terapi kanker), antimutagenik (pencegahan penyakit degeneratif seperti kanker), substrat peroksidase (toksin protein yang efisien sebagai agen antikanker), dan peningkat ekspresi TP53 (protein yang berikatan dengan DNA dan mengatur ekspresi gen untuk mencegah mutasi genom) (Jiang et al., 2013). Oleyl alcohol memiliki fungsi yang beragam dan potensial dalam konteks kesehatan. Pertama, senyawa ini berperan sebagai penghambat enzim

carboxypeptidase taq yang terlibat dalam proliferasi sel kanker (Tsoukaki et al., 2022). Dengan menghambat aktivitas enzim ini, Oleyl alcohol dapat membantu mengendalikan pertumbuhan sel kanker dan berkontribusi dalam upaya pengobatan. Selain itu, Oleyl alcohol juga memiliki potensi sebagai penghambat enzim prostaglandin-E2 9-reductase (Porto et al., 2023). Enzim ini terkait dengan perkembangan kanker dan penghambatan aktivitasnya dapat memiliki efek positif dalam mengatasi penyakit tersebut. Dengan menghambat enzim ini, Oleyl alcohol mungkin dapat mengurangi produksi Prostaglandin-E2 yang dapat mempengaruhi proliferasi, metastasis, dan respons imun terhadap tumor. Selanjutnya, senyawa ini juga memiliki potensi sebagai penghambat glucose oxidase, yang merupakan enzim yang terlibat dalam terapi kanker. Dengan menghambat aktivitas enzim ini, *Oleyl alcohol* dapat membantu mengatur tingkat glukosa dalam sel kanker. Hal ini penting karena sel kanker seringkali memiliki kebutuhan energi yang tinggi dan menghambat produksi energi dalam sel tersebut dapat membantu mengendalikan pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya.

Phytol memiliki potensi sebagai penghambat testosterone 17beta-dehydrogenase (NADP+) (anti kanker), substrat CYP2J (berperan penting dalam peradangan dan kanker), antimutagenik (pencegahan penyakit degeneratif seperti kanker), penghambat *karboksi peptidase taq* (mencegah proliferasi sel kanker), dan peningkat ekspresi TP53 (protein yang berikatan dengan DNA dan mengatur ekspresi gen untuk mencegah mutasi genom). Phytol memiliki berbagai fungsi penting dalam konteks kesehatan. Pertama, senyawa ini berperan sebagai penghambat enzim Testosterone 17 beta-dehydrogenase, yang terkait dengan perkembangan kanker. Dengan menghambat aktivitas enzim ini, Phytol dapat membantu mengendalikan pertumbuhan sel kanker dan berpotensi menjadi komponen penting dalam strategi pengobatan (Soleha, 2016). Selain itu, Phytol juga berperan sebagai substrat untuk enzim CYP2J, yang terlibat dalam peradangan dan kanker. Sebagai substrat untuk enzim ini, Phytol dapat mempengaruhi jalur molekuler yang terlibat dalam peradangan dan kanker, sehingga memiliki potensi sebagai komponen dalam terapi penyakit-penyakit tersebut (Kumaresan et al., 2015). Selanjutnya, Phytol juga memiliki potensi sebagai senyawa antimutagenik, yang dapat mencegah penyakit degeneratif seperti kanker. Kemampuannya sebagai antimutagenik berarti Phytol dapat membantu melindungi DNA dari kerusakan yang diinduksi oleh mutagen atau zat-zat yang dapat menyebabkan perubahan genetic (Lee et al., 2016). Dengan demikian, Phytol dapat berkontribusi dalam pencegahan dan perlindungan terhadap perkembangan kanker. Meskipun begitu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami mekanisme aksi yang lebih rinci dan efek yang lebih mendalam dari phytol dalam konteks pengobatan penyakit. Dengan penelitian yang lebih mendalam, potensi senyawa ini sebagai penghambat enzim, substrat enzim, dan senyawa antimutagenik dapat lebih dipahami dan dimanfaatkan dalam upaya pengembangan terapi yang efektif.

Selain itu, daun sirsak (*A Muricata*) memiliki peranan antiinflamasi yang penting dalam memperlambat pertumbuhan dan proliferasi sel tumor dengan menghambat protein Ki-67. Ki-67 adalah protein yang diekspresikan pada sel kanker (Aritonang, 2023). *A muricata* juga memiliki senyawa acetoginin yang berperan sebagai penghambat sumber energi untuk pertumbuhan sel kanker. Acetoginin menghentikan produksi energi di dalam sel kanker dengan merusak ATP di mitokondria, yang mengakibatkan kematian sel kanker (Sodik dkk., 2021). Berdasarkan analisis potensi senyawa menggunakan *Way2Drug*, senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas biologis yang sangat tinggi dengan skor PA lebih dari 0,7 (PA > 0,7).

SIMPULAN

Daun sirsak (*A muricata*) mengandung senyawa-senyawa aktif yang memiliki potensi sebagai agen antikanker. Beberapa senyawa yang ditemukan dalam daun sirsak, telah menunjukkan aktivitas antikanker dan antiinflamasi yang kuat. Senyawa-senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan sel kanker, merusak sumber energi sel kanker, menghambat enzim yang terlibat dalam peradangan dan kanker, serta meningkatkan ekspresi protein yang melindungi terhadap mutasi genom. Senyawa-senyawa seperti 7-tetradecenal, n-hexadecanoic acid, dan oleyl alcohol yang ditemukan dalam daun sirsak juga memiliki potensi sebagai agen antikanker. Senyawa-senyawa ini memiliki aktivitas anti inflamasi, anti mutagenik, dan mampu menghambat pertumbuhan sel kanker dengan berbagai mekanisme.

DAFTAR RUJUKAN

- Andalia, N., Yulian, R., & Ridhwan, M. (2018). Persepsi masyarakat gampong Lampaya Lhoknga terhadap tanaman sirsak sebagai pencegah kanker. *Serambi Saintia: Jurnal Sains dan Aplikasi*, 6(1).
- ARITONANG, G. A. S. (2023). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Sirsak (*Anona muricata* L.) Terhadap Kadar SGPT dan SGOT Pada Tikus Wistar (*Rattus Norvegicus*) yang diinduksi Isoniazid dan Pirazinamid.
- Arora, S., & Saini, M. (2017). Gas Chromatography Mass Spectrometry profiling in methanolic and ethyl-acetate root and stem extract of *Corbichonia decumbens* (Forssk.) Exell from Thar Desert of Rajasthan, India. *Pharmacognosy research*, 9(Suppl 1), S48.
- Bian, X., Liu, R., Meng, Y., Xing, D., Xu, D., & Lu, Z. (2021). Lipid metabolism and cancer. *Journal of Experimental Medicine*, 218(1).
- Bindu, S., Mazumder, S., & Bandyopadhyay, U. (2020). Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and organ damage: A current perspective. *Biochemical pharmacology*, 180, 114147.
- Cahyanti, F. L. D., Gata, W., & Sarasati, F. (2021). Implementasi Algoritma Naïve Bayes dan K-Nearest Neighbor Dalam Menentukan Tingkat Keberhasilan Immunotherapy Untuk Pengobatan Penyakit Kanker Kulit. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(1), 259-262.
- Dewi, M. (2017). Sebaran kanker di Indonesia, riset kesehatan dasar 2007. *Indonesian Journal of Cancer*, 11(1), 1-8.
- Hasibuan, P. A. Z., & Chrestella, J. Efek Antimutagenik Ekstrak Etil Asetat Daun Bangun-bangun (*Plectranthus amboinicus*, (Lour.) Spreng.) dan Gambaran Histopatologi Hati dan Ginjal Mencit yang Diinduksi Siklofosamid.
- Hasty, V. N. (2021). Tanaman Sirsak Sebagai Pengobatan Kanker Dan Pengganti Kemoterapi.
- Jiang, G. M., Wang, H. S., Zhang, F., Zhang, K. S., Liu, Z. C., Fang, R. & Du, J. (2013). Histone deacetylase inhibitor induction of epithelial–mesenchymal transitions via up-regulation of Snail facilitates cancer progression. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research*, 1833(3), 663-671.
- Kumaresan, S., Senthilkumar, V., Stephen, A., & Balakumar, B. S. (2015). GC-MS analysis and pass-assisted prediction of biological activity spectra of extract of *Phomopsis* sp. isolated from *Andrographis paniculata*. *World J. Pharm. Res*, 4(1), 1035-1053.
- Lee, W., Woo, E. R., & Lee, D. G. (2016). Phytol has antibacterial property by inducing oxidative stress response in *Pseudomonas aeruginosa*. *Free radical research*, 50(12), 1309-1318.
- Mentari, C. I., Sudarmi, S., & Harun, F. R. (2018, October). Pemeriksaan Flavonoid dan Polifenol serta Uji Aktivitas Antioksidan Teh Daun Sirsak Kemasan (*Annona muricata* Linn.) dengan Metode Dpph. In *TALENTA Conference Series: Tropical Medicine (TM)* (Vol. 1, No. 1, pp. 277-283).
- NaAllah, A., Ayipo, Y. O., Komolafe, D. I., Solihu, S., Bamidele, B., Alabi, M. A., ... & Mordi, M. N. (2021). Phytochemical screening and in silico pharmacological profiling of ethanolic extract of *Aframomum melegueta* for prostate carcinoma. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 11(7), 132-145.

- Naspiah, N., Iskandar, Y., MW, M. M. M., Mahmudah, F., & Puspitasari, L. (2016, April). Aktivitas antiinflamasi keladi belau (*Caladium bicolor* (W. Ait) Vent.) terhadap enzim siklooksigenase (COX) secara in vitro. In *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences* (Vol. 3, pp. 331-334).
- Orienti, I., Zuccari, G., Bergamante, V., Fini, A., Carosio, R., & Montaldo, P. G. (2007). Enhancement of oleyl alcohol anti tumor activity through complexation in polyvinylalcohol amphiphilic derivatives. *Drug Delivery*, 14(4), 209-217.
- PORTO, F. L., CALADO, R. V., PRISCILA, T., SOUZA, M., FERRO, J. N. D. S., BARRETO, E., & REIS, M. D. D. S. (2023). The Pharmacological Properties of Brazilian Arnica (*Solidago chilensis* Meyen). *Phytochemistry and Pharmacology of Medicinal Plants, 2-volume set*.
- Putri, S. A., & Saputra, E. P. (2018). Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Awal Kanker Reproduksi Wanita Dengan Metode Certainty Factor. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 2(3).
- Ramadhan, A., Juwono, A. L., & Soejoko, D. S. (2014). KARAKTERISASI MATERIAL BAHAN FIKSASI. *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 15(2), 76-79.
- Solanki, M., Pointon, A., Jones, B., & Herbert, K. (2018). Cytochrome P450 2J2: potential role in drug metabolism and cardiotoxicity. *Drug Metabolism and Disposition*, 46(8), 1053-1065.
- Tsoukaki, A., Skolia, E., Triandafillidi, I., & Kokotos, C. G. (2022). Organocatalytic Synthesis of Thiiranes from Alkenes. *European Journal of Organic Chemistry*, 2022(34), e202200463.
- Utari, K., Nursafitri, E., Sari, R., Winda, A. K., & Harti, A. S. (2013). Kegunaan daun sirsak (*Annona muricata* L) untuk membunuh sel kanker dan pengganti kemoterapi. *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*.
- Wijaya, C. A., & Muchtaridi, M. (2017). Pengobatan kanker melalui metode gen terapi. *Fak. Farm. Univ. Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat, Indones*, 15, 53-68.
- Xu, M., Ju, W., Hao, H., Wang, G., & Li, P. (2013). Cytochrome P450 2J2: distribution, function, regulation, genetic polymorphisms and clinical significance. *Drug metabolism reviews*, 45(3), 311-352.

Analisis Struktur Tiga Dimensi Lumbricin dengan Metode Homologi Menggunakan Program Swiss-Model

Hesti Mei Wulandari, Hana Refri Gunawan, Agus Muji Santoso*

Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: agusmujisantoso@gmail.com

ABSTRACT

*Lumbricin is a bacterial control substance produced by earthworms that exhibits antimicrobial activity. The antimicrobial mechanism of earthworm proteins involves the formation of pores in the bacterial cell wall. This causes the bacterial cytoplasm to be exposed to the external environment, thereby disrupting intracellular activities and leading to cell death. This study aims to construct a three-dimensional protein structure model using SWISS-MODEL. In the modern era, the active compound lumbricin in earthworms (*Lumbricus rubellus*) is utilized as a medicinal ingredient in several developed and developing countries, such as France and Italy. Earthworms are also used in the cosmetic industry, where this active compound serves as a substrate for skin softeners, facial moisturizers, and anti-infective agents. The results of sequence alignment and model visualization indicate that model-1 and model-2 are identical. The evaluation and assessment of model-1 using Ramachandran plots show a favored region of 94.35%, a MolProbity score of 0.98, and a GMQE parameter value of 0.92. Model-1 represents a high-quality three-dimensional protein structure model.*

Key words:

lumbricin, SWISS-MODEL, struktur 3D protein

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Lumbricin merupakan zat pengendali bakteri yang dihasilkan oleh cacing tanah yang memiliki aktivitas antimikroba. Lumbricin merupakan senyawa peptida yang disusun atas asam amino yang lengkap terutama prolin, dan secara *in vitro* mampu menghambat bakteri seperti *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, dan *Streptococcus aureus*. Pada mekanisme antimikroba yang dimiliki protein cacing tanah adalah dengan membuat pori pada dinding sel bakteri. Hal ini mengakibatkan sitoplasma sel bakteri menjadi terpapar dengan lingkungan luar sehingga mengganggu aktivitas dalam sel bakteri dan menyebabkan kematian.

Pengetahuan dan pemahaman sifat dan fungsi protein secara biokimia molekuler secara detail sangat ditentukan oleh struktur tiga dimensi (3D) protein. Pada saat ini, penentuan struktur tiga dimensi dapat menggunakan laboratorium yang relatif sulit karena membutuhkan waktu yang lama, mahal dan peralatan yang canggih. Cara penentuan struktur 3D protein yang

lebih mudah dan murah adalah secara *in silico*. Metode pemodelan struktur 3D protein secara *in silico* ada 3 yaitu, *homology modelling*, *foldrecognition* dan *abinitio*.

Pilihan terbaik untuk membangun struktur 3D protein adalah metode *homology modelling*. Penggunaan metode ini bergantung pada struktur protein yang homolog, dimana protein tersebut sudah ditentukan bentuk strukturnya secara eksperimen (*template*) dan memungkinkan pembuatan model yang dimulai dari sekuens protein yang akan dimodelkan (*target*). Untuk pemodelan lumbricin pada cacing tanah dengan metode *homology modeling* menggunakan web server *SWISS-MODEL*.

Ada beberapa teori menjelaskan mekanisme kerja antibiotik penghambat pertumbuhan (AGP) yaitu :antibiotik membantu menjaga nutrisi dari kerusakan oleh bakteri, meningkatkan penyerapan nutrisi dengan membentuk penghalang di dinding usus, mengurangi produksi toksin oleh bakteri saluran cerna, dan menurunkan kejadian infeksi saluran cerna subklinis (Feihgner dan Dashkevics, 1987). Antibiotik dapat meningkatkan fungsi vili usus (Rofic, 2023), sehingga meningkatkan penyerapan makanan di usus (Wahyu, 2004) .

Berdasarkan penelitian Sugito dan Slamet (2018), daya hambat air rebusan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dengan menggunakan metode difusi,menunjukkan bahwa air rebusan cacing tanah (*L. rubellus*) konsentrasi 10% belum menunjukkan zona hambat, tetapi pada konsentrasi 20% efektif dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella typhi*. Sedangkan pada penelitian Agustin (2018), daya hambat serbuk cacing tanah (*L. rubellus*) terhadap *Salmonella typhi* konsentrasi 10% memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan.

Menurut Gusti agung Ayu dkk tahun 2019, menyatakan bahwa ekstrak cacing tanah (*L. rubellus*) dengan konsentrasi 50% memiliki diameter terbesar dari zona hambat pertumbuhan bakteri *Phorphyromonas gingivalis*. Sedangkan ekstrak cacing tanah 6,25% menunjukkan tidak ada aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri *Phorphyromonas gingivalis*. Penelitian ini dilakukan secara *in vitro* di laboratorium Pusat Penelitian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

Ekstrak cacing tanah juga mampu menjadi antibakteri *Salmonella typhi* pada tikus Wistar dan sebagai imbuhan pakan unggas terhadap beberapa bakteri patogen, seperti *Escherichia coli*, *Salmonella pullorum*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus aureus*. Penelitian ini dilakukan oleh Lamri, dkk Tahun 2022, Septi Nur Hayati, dkk tahun 2011, dan Lusty Istiqomah, dkk tahun 2014 secara *in vitro*.

Penggunaan cacing tanah (*Lumbricus sp.*) secara alami untuk pengobatan tradisional penyembuhan penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme dan lainnya, telah diputuskan melalui Surat Keputusan nomor: Kep-139/ MUI/ IV/ 2000 dan persetujuan untuk digunakan sebagai obat tradisional oleh Badan pengawas obat dan makanan dengan surat keputusan nomor: 0357/ Reg/ B/2002.

Setelah diketahui bahwa Lumbricin memiliki banyak manfaat sebagai anti bakteri maka mengetahui struktur 3D penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi struktur 3D senyawa lumbricin pada cacing tanah (*L. rubellus*) menggunakan *SERVER SWISS-MODEL*. Informasi tentang struktur 3D protein cacing tanah dapat memudahkan pengembangan kajian yang berbasis struktur protein tersebut. Kajian tersebut antara lain mempelajari sifat dan struktur protein dan mempercepat proses penemuan ilmiah kimia dan biologi serta prediksi struktur 3D protein juga penting bagi mahasiswa dan pengajar di bidang kimia dan biologi sebagai sumber informasi untuk memahami struktur protein dan bagaimana protein tersebut bekerja dalam tubuh manusia.

METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Asus 3965 core 2 duo 50-60 Hz yang terkoneksi dengan internet. Dengan mengakses server NCBI dan server *SWISS-MODEL* disertai email individu. Tahapan penelitian yang dilakukan untuk memprediksi struktur tiga dimensi protein lumbricin pada cacing tanah dengan metode Homology modeling Using *SWISS-MODEL*. Tahapan pemodelan adalah penentuan sekuen target protein, identifikasi protein template, pembuatan model dan evaluasi model.

Pemilihan sekuen target protein Lumbricin pada cacing tanah dari <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. Pilihan data sekuen target protein didasarkan pada data sekuen protein yang belum memiliki struktur 3D. Target protein pada database *National Center For Biotechnology Information* dengan memasukkan kata kunci "lumbricin" dan pilihan *organism* "common earthworm". Database menunjukkan adanya struktur protein 3D.

Identifikasi protein template dilakukan pada server <http://swissmodel.expasy.org/>. Data sekuen protein dalam format FASTA disubmitkan pada server *SWISS-MODEL* tersebut. Proses identifikasi template akan menghasilkan 44 template protein dengan parameternya. Template protein dipilih sesuai dengan parameter *identity*, *QMEAN*, dan *QSQE*.

Pembuatan model protein dilakukan dengan cara memilih template protein yang dihasilkan. Pilihan satu *template* protein biasanya menghasilkan 1 atau lebih model. Model yang dihasilkan dipilih sesuai parameter *GMQE*, *QMEAN*, *Oligo State*, *Ligands*, dan *Similarity*.

Evaluasi model dilakukan terhadap model yang dipilih pada langkah sebelumnya. Evaluasi model dilakukan pada website <http://swissmodel.expasy.org/>. Evaluasi dilakukan pada parameter antara lain: *Ramachandran plot*, *Mol Probity Result*, *Quality Estimate*, dan *Residu Quality*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Protein adalah biopolimer yang tersusun atas asam amino linear yang urutannya menentukan struktur tiga dimensi (3D). Struktur 3D asli ini memungkinkan protein untuk menjalankan banyak fungsi biokimia penting dalam kehidupan (Orengo et al., 1999). Implikasinya adalah bahwa pemahaman terperinci tentang biokimia protein membutuhkan tidak hanya pengetahuan tentang urutan asam amino penyusunnya, tetapi juga pengetahuan tentang bagaimana urutan tersebut terlipat secara spasial membentuk struktur 3D protein (Moult & Melamud, 2000). Penentuan dapat memberikan detail penting tentang fungsi dan mekanisme kerja biologis. Karakterisasi paling akurat dari struktur 3D protein disediakan melalui eksperimen biologi struktural seperti kristalografi sinar-X (Shi, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi struktur 3D senyawa lumbricin pada cacing tanah (*L. rubellus*) menggunakan server *SWISS-MODEL*. Informasi tentang struktur 3D protein cacing tanah dapat memudahkan pengembangan kajian yang berbasis struktur protein tersebut. Kajian tersebut antara lain mempelajari sifat dan struktur protein, mengkaji mekanisme interaksi protein tersebut dengan senyawa lain melalui docking molekul dan mengkaji virtual screening obat terkait protein tersebut. Setelah diketahui bahwa lumbricin memiliki banyak manfaat sebagai antibakteri maka mengetahui struktur 3D penting untuk dilakukan. Dalam dunia modern seperti sekarang ini senyawa aktif lumbricin pada cacing tanah atau lumbricus rubellus digunakan sebagai bahan obat beberapa negara maju dan berkembang seperti perancis dan italia cacing tanah digunakan dalam pembuatan kosmetik yang menggunakan bahan aktif tersebut sebagai substrat pelembut kulit, pelembab wajah dan anti infeksi.

A. Pemilihan Sekuen Target

Protein yang dipilih adalah protein pada cacing tanah (*L. luberullus*) yang sekuen proteinnya telah ditentukan, namun struktur 3D nya belum ditentukan. Hasil pencapaian target protein pada database *National Center for Biotechnology Information* dengan memasukkan kata kunci "lumbricin" dan pilihan *organism* "common earthworm" didapat sebanyak 6 protein. Data diakses pada bulan Juni 2023.

Sekuen target protein dipilih dari salah satu nama protein yang belum memiliki struktur 3D. Pada penelitian ini dipilih protein jenis enzim Lumbricin dan disajikan pada Gambar 1. Data sekuen ini digunakan untuk pembuatan model struktur 3D protein menggunakan server *SWISS-MODEL*. Penyalinan sekuen protein dari server NCBI ke server *SWISS-MODEL* seperti gambar 1.

Target MIRQPFHLVEYSPWLTSSIGAFTLAIGLARWFHNGFLCLTLAAFLIIVSIIQWRDVRREGTYMGHHTSLVTTGLRWGIILFITSEVIFFLAFFAFFHR 11
Target SLSPTEIGCSPPTGIHPLNPFVRPLNTAVLLASGVTVTAHRLIRGKRIDATQALILTVCLGAYFTFLQAGEYIAAPFSIADRVYGTTFVATGFHGL 21
Target HVLIIGSSFLAICLARTWSHHSAGHHFGFEAAAYHFVDVWICLYLCIYGS 2

Gambar 1. Sekuen target protein Lumbricin

B. Identifikasi Template

Data sekuen protein seperti pada gambar 1 di submit pada server *SWISS MODEL*. *Template* yang dihasilkan ada 44 buah. pemilihan didasarkan pada beberapa parameter yaitu : *Coverage*, nilai *GMQE*, *Identity*, *Methods*, *Oligo Score* dan *Ligands*. Parameter *template* yang dipilih adalah nimai *GMQE* tertinggi mendekati 1, nilai *QSQE* mendekati 1, dan nilai *identity* diatas 50%. Dari pertimbangan parameter tersebut maka dipilih *template* dengan kode A0A142AFS3.1.A. *Template* dengan kode tersebut mempunyai nilai *Identity* 81,60%, nilai parameter *GMQE* = 0,92, metode menggunakan *AlphaFold v2* dan *oligo state*-nya monomer dengan *ligand* Zn.

C. Pemodelan Sekuen Target

Setelah diketahui *template* yang akan digunakan untuk pembuatan model struktur tiga dimensi dari sekuen target maka selanjutnya dilakukan pembuatan model. *Identity* antara model dengan *template* adalah sebesar 81,60%. Apabila nilai *identity* antara sekuen target dan *template* diatas 50% .Gambar 2 menunjukkan hasil pemodelan struktur tiga dimensi dengan menggunakan *SWISS-MODEL*. Jumlah residu asam amino target adalah 250 dengan urutan 1-250 seperti pada Gambar 1.

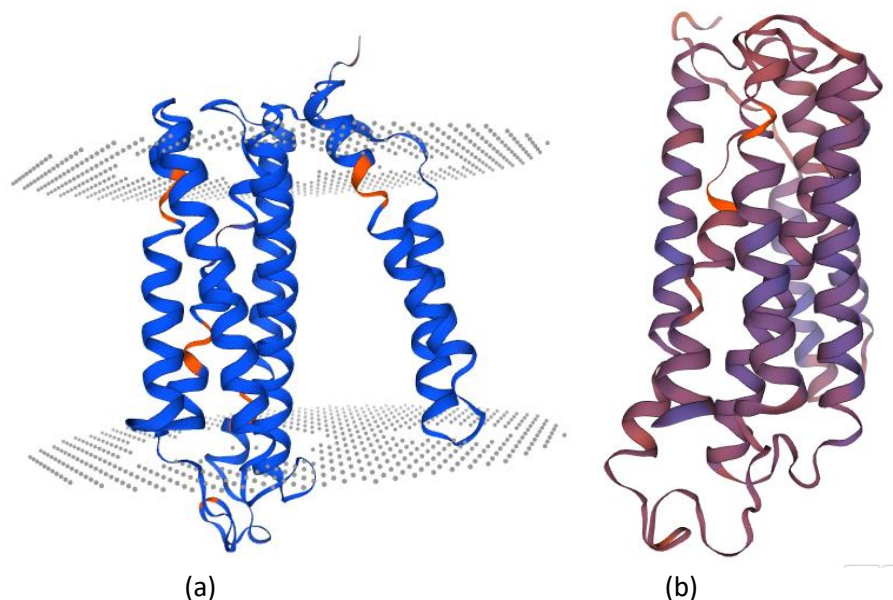
Data model information menunjukkan bahwa jumlah residu asam amino sekuen target model adalah 1-250. Bertujuan untuk meningkatkan *identity-identity* antara sekuen target dengan *template* A0A142AFS3.1.A adalah sebesar 81,60%. Evaluasi model dilakukan dengan memilih salah satu dari kedua model tersebut. Model yang dipilih adalah Model-1 sebagai objek untuk evaluasi model. Pemilihan *template* dengan kode A0A142AFS3.1.A menghasilkan 2 model , yaitu model-1 dengan kode A0A142AFS3.1.A dan model-2 dengan kode 5xdx.C. Beberapa parameter model-1 dan model-2 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Model-1 dan Model-2

Parameter	Model-1	Model-2
Template	A0A142AFS3.1.A	5xdx.1.C
Oligo state	Monomer	Monomer
GMQE	0.92	0.74
Sequen Identity	81,60%	58.40%
Sequen similarity	0.56	0.48
Coverage	1.00	1.00

Methods	AlphaFold v2	Sinar-X, 1,99 Å
---------	--------------	-----------------

Visualisasi struktur Model-1 dan Model-2 ditampilkan pada gambar dibawah ini.



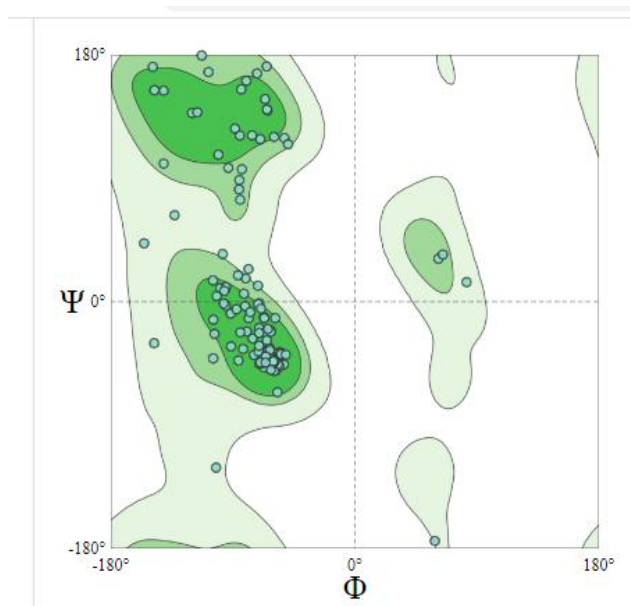
Gambar 2. (a) Model-1 dan (b) Model-2

D. Evaluasi model

Evaluasi struktur model adalah bagian penting dalam pembuatan model Nilai persen identitas sekuen target dan template adalah penilaian pertama terhadap kualitas model. Semakin besar nilai % identitas antara sekuen dan target maka model yang dibuat semakin mendekati yang sebenarnya. Berdasarkan template *identification* protein lumbricin mempunyai identity 81,60% dengan menggunakan protein A0A142AFS3.1.A dan Chain ID: C sebagai template. Akurasi model secara individu mungkin sangat bervariasi dari rata-rata mutu yang diharapkan karena berhubungan dengan tingkat homologi pensejajaran target template,rendahnya mutu template,fleksibilitas struktur dan kurang akurasinya program pemodelan.

E. Penilaian Model

Penilaian struktur protein model-1 pada server *SWISS-MODEL* ditunjukkan pada parameter *Ramachandran Plots* dan *MolProbity Results*. Hasil *Ramachandran Plots* Model-1 terlihat pada Gambar 3.

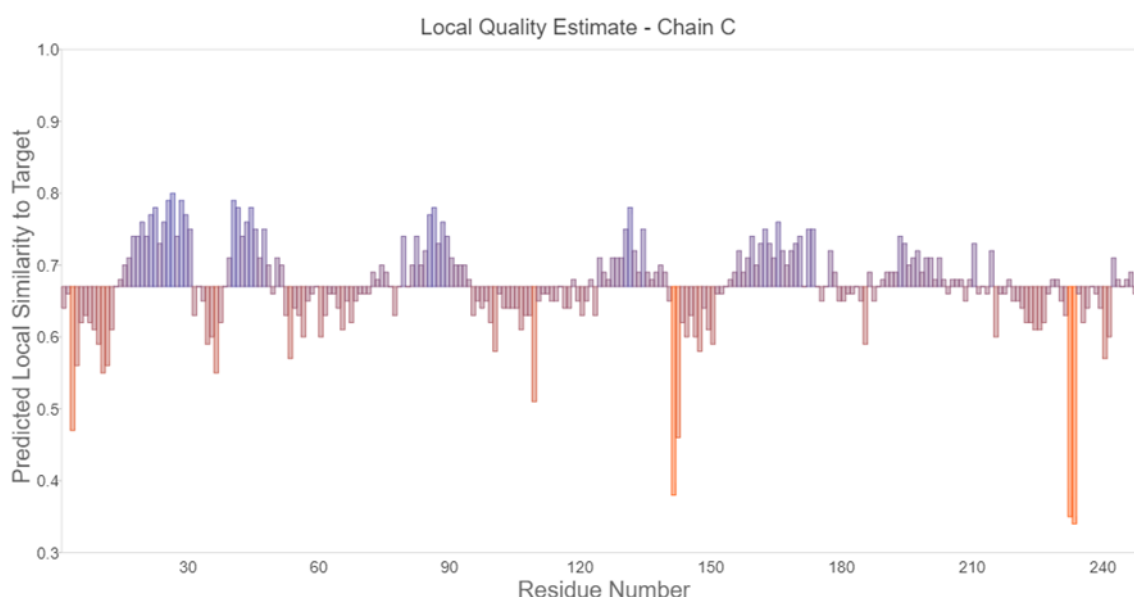


Gambar 3. Ramachandran Plots Model-1

Berdasarkan *Ramachandran Plots*, protein mempunyai kualitas struktur yang baik jika residu asam amino secara umum lebih banyak pada daerah *favoured* dibandingkan *Outliers*. Tabel 2 menunjukkan bahwa Model-1 memiliki daerah *favoured* sebesar 94,35% dan daerah *Outliers* 0,40%, artinya model tersebut sangat baik. Sedangkan skor *MolProbity* dari model 1 sebesar 0,98, artinya model tersebut cukup baik. Skor *MolProbity* merupakan kombinasi *log-weighted* dari *clash score*, persentase *Ramachandran* yang tidak disukai dan persentase *rotamer* rantai samping yang buruk. Skor ini menunjukkan satu nilai yang diharapkan untuk menggambarkan resolusi kristalografi sebenarnya, maka secara kualitas model tersebut dikatakan lebih baik daripada struktur rata-rata pada resolusi itu. Resolusi kristalografi *template* untuk Model-1 adalah AlphaVold v2.

Tabel 2. Hasil Analisis Model-1

MolProbity Score	0,98	
Clash Score	0,25	
Ramachandra Favoured	94,35%	
Ramachandra Outliers	0,40%	A240 VAL
Rotamer Outliers	0,49%	A201 HIS
C-Beta Deviations	1	
Bad Bonds	0/2038	
	22/2785	
Bad angels	A91 PHE, (A14 TRP-A15 PRO), (A111 SER-A112 PRO), A140 THR, (A124 VAL-A125 PRO), A152 ASP, A220 HIS, A36 HIS, A7 HIS, A68 HIS, A143 HIS, A235 HIS, A117 HIS, A198 HIS, (A140 THR-A141 ALA), A142 HIS, A99 HIS, A225 HIS, A67 HIS	



Gambar 4. Perkiraan kualitas lokal residu asam amino

Parameter lain yang dapat digunakan untuk menilai kualitas model adalah *GMQE*. Website <http://swissmodel.expasy.org/> menggabungkan beberapa fungsi penilaian untuk memperkirakan kualitas model yang menunjukkan parameter atau fungsi penilaian yang digunakan dalam perhitungan *GMQE*. Secara *default* nilai tersebut diubah menjadi skor-Z untuk menggabungkannya dengan apa yang kita harapkan dari struktur sinar-X resolusi tinggi. Gambar 6 menggambarkan posisi model (tanda bintang merah) pada sebaran nilai Z. Tanda bintang merah masih berada pada daerah $Z\text{-score} < 1$, artinya model masih cukup baik.

Perkiraan kualitas lokal model per residu asam amino dapat dilihat pada gambar 5. Grafik tersebut menggambarkan hubungan kesamaan antara residu asam amino model (sebagai sumbu x) dengan struktur asli (sumbu y). Secara umum residu asam amino yang menunjukkan skor di bawah 0.6 berkualitas rendah. Gambar 5 menunjukkan bahwa tidak ada asam amino yang mempunyai skor di bawah 0.6, artinya kualitas residu asam amino model adalah baik.

Protein yang berhasil di modeling kan diharapkan dapat membantu rekayasa lumbricin dalam skala industri. Metode komputasi untuk memprediksi model protein 3D banyak digunakan dalam industri farmasi dan banyak upaya telah dilakukan untuk meningkatkan akurasi model dan memperluas cakupan Metode ini.

SIMPULAN

Pemodelan protein dengan sekuen dari lumbricin kode A0A142AFS3.1.A dengan metode homologi modelling menggunakan program *SWISS MODEL*. Menghasilkan model struktur 3D. Model-1 dengan template PDB A0A142AFS3.1.A dan model-2 dengan kode *template* 5xdx.1.C. Hasil pensejajaran sekuen dan visualisasi model menunjukkan bahwa model-1 dan model-2 adalah identik. Evaluasi dan penilaian model-1 pada *Ramachandran Plots* memiliki daerah *favoured* sebesar 94,35%, skor MolProbity sebesar 0,98 dan nilai parameter *GMQE* 0,92. Model-1 adalah model struktur 3D protein yang bernilai baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Bordoli, Lorenza, et al. "Protein structure homology modeling using SWISS-MODEL workspace." *Nature protocols* 4.1 (2009): 1-13.
- Dharmawati, I. Gusti Agung Ayu, Tjokorda Gde Bagus Mahadewa, and I. Putu Eka Widyadharma. "Antibacterial activity of Lumbricus Rubellus earthworm extract Against Porphyromonas Gingivalis as the bacterial cause of periodontitis." *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences* 7.6 (2019): 1032.
- Istiqomah, L., et al. "Daya Hambat Garani Ekstrak Cacing Tanah (Lumbricus rubellus) Terhadap Bakteri Patogenik In vitro." *Jurnal Sain Vet* 32.1 (2014): 93-104.
- Hayati, Septi Nur, et al. "Profil asam amino ekstrak cacing tanah (LUMBRICUS RUBELLUS) Terenkapsulasi dengan metode spray drying." *Jurnal Teknologi Indonesia* 34 (2011): 1-7.
- Herawati, Herawati, et al. "Pemanfaatan Rebusan Cacing Tanah Lumbricus Sp Oleh Masyarakat Dukupuntang Sebagai Obat Tipes." *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*. 2019.
- Julendra, Hardi. "Penggunaan Tepung Cacing Tanah (Lumbricus rubellus) sebagai Aditif Pakan terhadap Penampilan Produksi Ayam Pedaging, Profil Darah dan Kecernaan Protein (The Effect of Earthworm (Lumbricus rubellus) Meal as Feed Additive on Broiler Production Performance." *Buletin Peternakan* 34.1 (2010): 21-29.
- Kesuma, Suryanata, Lamri Lamri, and Marezha Aulia Putri Sugiarsono. "UJI DAYA HAMBAT CACING TANAH (Lumbricus rubellus) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI Salmonella typhi SECARA IN VITRO." *Husada Mahakam: Jurnal Kesehatan* 12.2 (2022): 145-155.
- Komari, Noer, Samsul Hadi, and Eko Suhartono. "Pemodelan Protein dengan Homology Modeling menggunakan SWISS-MODEL: Protein Modeling with Homology Modeling using SWISS-MODEL." *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains* 2.2 (2020): 65-70.
- Lestari, Anak Agung Wiradewi, I. Dewa Made Sukrama, and Dian Nurmansyah. "The Earthworm (*Lumbricus rubellus*) Extract Decreased Amino Transaminase Enzyme Level and Number of Bacterial Colony in Male Wistar Rats Infected With Salmonella Typhimurium." *Biomedical and Pharmacology Journal* 12.1 (2019): 325-332.
- Muhammed, Muhammed Tilahun, and Esin Aki-Yalcin. "Homology modeling in drug discovery: Overview, current applications, and future perspectives." *Chemical biology & drug design* 93.1 (2019): 12-20.
- Orthodonti, Bagian Departemen, and Pendidikan Kedokteran Gigi. "UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK CACING TANAH (Lumbricus rubellus) TERHADAP PERTUMBUHAN STAPHYLOCOCCUS AUREUS."
- Saudale, Fredy Z. "Pemodelan Homologi Komparatif Struktur 3d Protein dalam Desain dan Pengembangan Obat." *Al-Kimia* 8.1 (2020).

Mengungkap Potensi Senyawa Kimia Saga (*Abrus precatorius* L.) Sebagai Obat Tradisional

Shalsa Neha Kharisma Devi¹, Vina Churotul Laili¹, Agus Muji Santoso^{*1}

¹ Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: agusmujisantoso@gmail.com

ABSTRACT

Abrus precatorius is known to contain active chemical compounds that can be utilized as traditional medicine. This study aims to reveal the potential of saga (*A. precatorius*) chemical compounds as traditional medicinal agents. The data obtained were analyzed descriptively. The types of active compounds present in *A. precatorius* were compiled through a literature review. The ID, canonical SMILES, activities, and *Pa* values of the compounds were analyzed *in silico* using web servers (PubChem and Way2Drug). The results of this study identified five active chemical compounds in *A. precatorius*, namely 4-vinylphenol, *p*-vinylguaiaicol, stigmaterol, phytol, and β -ionone. 4-vinylphenol exhibits activity as a gluconate 2-dehydrogenase (acceptor) inhibitor (inhibiting chemical reactions) (0.933) and as a CYP2E1 substrate (hepatotoxicity) (0.820). *p*-vinylguaiaicol shows carminative activity (preventing gas formation in the digestive tract) (0.855). Stigmaterol demonstrates antihypercholesterolemic activity (preventing high cholesterol levels in the blood) (0.970). Phytol has potential as an anti-ulcerative agent (reducing excessive gastric acid production) (0.736). β -ionone exhibits activity as a CYP2J substrate (anticancer) (0.958). These five compounds have diverse or different targets when present in the human body.

Key words:

Abrus precatorius L, senyawa kimia, obat tradisional.

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Abrus precatorius termasuk dalam famili Fabaceae merupakan tanaman yang dapat tumbuh di wilayah tropis dan subtropis di seluruh belahan dunia yang tumbuh di hutan, semak belukar, atau di tanam di pekarangan dengan dirambatkan di pagar. Kandungan *A. precatorius* yaitu alkaloid, steroid, lektin, flavonoid, dan antosianin. Alkaloid pada *A. precatorius* meliputi abrin, hipaforin, kholin, dan precatorin. Di Dalam *A. precatorius* juga terdapat senyawa seperti *p*-vinylguaiaicol, fitol, steroid stigmaterol, β -lonon, dan masih banyak lagi senyawa yang ada di dalam *A. precatorius* (Fadilah, et al. 2015 ; Ibrahim, et al. 2018).

Sediaan obat bahan alam sebagai warisan budaya nasional dirasa semakin berperan dalam pola kehidupan masyarakat. Masyarakat semakin terbiasa menggunakan obat sediaan alam dan semakin percaya akan kemanfaatannya bagi kesehatan. Salah satu contoh tumbuhan yang

digunakan sebagai obat tradisional adalah *A. precatorius* atau dikenal dengan nama saga (Pavitra, et al. 2019 ; Widiyanto et al. 2020). *A. precatorius* merupakan tanaman yang mempunyai berbagai aktivitas farmologi seperti untuk pengobatan sakit kepala, konjungtivitis, batuk, diare, gastritis, antikanker, dan anti fertilitas (Muslichan , et al. 2014). Antifertilitas diketahui dapat menurunkan kadar hormon testosteron yang dapat digunakan sebagai alat kontrasepsi pria (Nurul. 2020). Penggunaan obat kimia memiliki keunggulan dan kelemahan, namun penggunaan obat herbal tradisional aman dalam penggunaan jangka panjang. Contohnya penggunaan *A. precatorius*. Dampak negatif jangka panjang dari penggunaan obat kimia bisa menambah parah penyakit yang diderita pasien, gagal ginjal, kanker, obesitas, bahkan hingga berujung kematian.

Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa ekstrak *A. precatorius* berpotensi sebagai obat batuk, sariawan dan obat radang tenggorokan. Penggunaan *A. precatorius* dengan cara diseduh dan setelah dingin diminum seperti teh. Cara penggunaan tersebut dirasa kurang begitu praktis sehingga dibuatlah sediaan tablet hisap (Rasyah. 2017). Penelitian serupa juga dilaporkan oleh Rumanti (2023) bahwa *A. precatorius* memiliki aktivitas antioksidan dan antiproliferasi kuat yang dapat digunakan sebagai obat herbal terapi kanker. *A. precatorius* juga memiliki aktivitas antifertilitas yang bisa digunakan sebagai kontrasepsi pria, telah diuji coba pada 20 ekor tikus jantan selama 20 hari. Penelitian tersebut menunjukkan terjadinya penurunan jumlah, motilitas, viabilitas, serta peningkatan abnormalitas spermatozoa yang signifikan dibandingkan control (Muslichan Siti, et al. 2014). Namun, mekanisme aktivitas kerja dalam mengungkapkan potensi senyawa kimia *A. precatorius* sebagai obat tradisional belum terungkap secara detail dan rinci, informasi ilmiah dari hasil penelitian ini diharapkan mampu menambah wawasan dan dasar penelitian berikutnya tentang pengembangan potensi tanaman lokal untuk obat tradisional.

METODE

Penelitian ini termasuk deskriptif eksploratif yang bertujuan untuk mengungkap senyawa kimia *A. precatorius* sebagai obat tradisional. Data jenis-jenis senyawa kimia *A. precatorius* dikoleksi dengan telusur pustaka dari penelitian sebelumnya. Kemudian ID senyawa dan canonical smiles diperoleh dari PubChem. Canonical smiles yang diperoleh dari PubChem dimasukkan ke Way2Durg untuk memperoleh $Pa > 0,7$ dan aktivitas senyawa. Data tentang jenis jenis senyawa kimia *A. precatorius* dan skor potensi aktivitas dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telusur pustaka, ada 5 senyawa aktif utama yang terdapat di *A. precatorius* yaitu 4-vinylphenol, p-vinylguaiacol, Stigmasterol, Phytol, β -lonone. Berdasarkan eksplorasi database PubChem, senyawa 4-vinylphenol yang digunakan memiliki nomor identitas 62453, p-vinylguaiacol memiliki nomor identitas 332, Stigmasterol memiliki nomor identitas 5280794, Phytol memiliki nomor identitas 5280435, dan β -lonone memiliki nomor identitas 134990152. Dari eksplorasi pada PubChem juga diperoleh canonical smiles. Analisis potensi senyawa menggunakan Way2Durg dan mengambil skor $Pa > 0,7$.

Tabel 1. Senyawa yang ditemukan pada *A. precatorius*

No	Nama Senyawa	ID Senyawa	Pa	Activity
1	4-vinylphenol	62453	0,933	Gluconate 2-dehydrogenase (acceptor) inhibitor (menghambat reaksi kimia)
			0,920	Chlordecone reductase inhibitor (penghambat pertumbuhan sel kanker dan tumor)
			0,820	CYP2E1 substrate (hepatotoksitas)
2	p-vinylguaiacol	332	0,855	Carminative (pencegah pembentukan gas di saluran pencernaan)
			0,791	Antimutagenic (pencegah transformasi sel normal menjadi ganas)
3	Stigmasterol	5280794	0,970	Antihypercholesterolemic (pencegah kadar kolesterol tinggi dalam darah)
			0,915	Testosterone 17beta-dehydrogenase (NADP+) inhibitor (penghambat metabolisme androgen dan estrogen)
			0,806	Anti Eczema Tic (pencegah peradangan pada kulit)
			0,755	Antitoxin (menetralkan racun)
			0,706	Bone diseases treatment (perbaikan tulang)
4	Phytol	5280435	0,736	Anti Ulcerative (menekan produksi asam lambung yang berlebih)
			0,710	Antiviral (antivirus)
5	β -lonone	13499015 2	0,958	CYP2J substrate (antikanker)
			0,890	Antineoplastic (antikanker, kemoterapi, sitotoksik)
			0,856	Keratolytic (penghilang sel sel mati stratum korneum)
			0,787	Anti Psoriatic (mencegah munculnya bercak merah bersisik di kulit)
			0,768	Antiprotozoal (pencegah infeksi protozoa)
			0,704	Antileukemic (menangkal efek leukemia)

Diperoleh sejumlah potensi senyawa 4-vinylphenol dapat berpotensi sebagai Gluconate 2-dehydrogenase (*acceptor*) inhibitor atau menghambat reaksi kimia (0,933). Maupun sebagai Chlordecone reductase inhibitor atau penghambat pertumbuhan sel kanker dan tumor (0,920). *A. precatorius* memiliki memiliki peranan antioksidan sangat penting dalam meredam efek radikal bebas yang berkaitan erat dengan terjadinya penyakit degeneratif seperti kanker yang didasari oleh proses biokimia dalam tubuh (Rumanti. 2023). Radikal bebas yang dihasilkan terus

menerus selama proses metabolisme normal dianggap sebagai penyebab terjadinya kerusakan fungsi sel tubuh yang akhirnya menjadi pemicu timbulnya penyakit degeneratif.

Senyawa p-vinyguaiacol berpotensi sebagai Carminative atau pencegah pembentukan gas di saluran pencernaan (0,855) dan sebagai antimutagenic atau pencegah transformasi sel normal menjadi ganas (0,791). Didalam tubuh sudah dilengkapi berbagai mekanisme pertahanan terhadap mutagen, peningkatan terhadap paparan bahan kimia dapat meningkatkan peluang terjadinya mutasi (Chasanah. 2013). *A. precatorius* sebagai antimutagenik memiliki efek samping yang relatif rendah serta efek farmakologi yang sesuai untuk penyakit metabolik dan degeneratif.

Potensi senyawa Stigmasterol memiliki potensi sebagai Antihypercholesterolemic atau pencegah kadar kolesterol tinggi dalam darah (0,970), Testosterone 17beta-dehydrogenase (NADP+) inhibitor atau penghambat metabolisme androgen dan estrogen (0,915), Bone diseases treatment atau perawatan tulang (0,706) peradangan pada tulang atau persendian dapat terjadi pada kondisi gout ataupun osteoarthritis sering kali menimbulkan inflamasi berulang yang mengharuskan mengkonsumsi obat nyeri atau anti inflamasi dalam waktu lama sehingga menimbulkan efek samping yang serius, sehingga diperlukan alternatif pengobatan yang relatif lebih aman terutama dari bahan herbal seperti *A. precatorius* (Atikah.2021). *A. Precatorius* dalam senyawa Stigmasterol juga memiliki potensi anti eczematous (0,806) dan antitoxin (0,755).

Menurut Bhajoni (2016) Phytol termasuk senyawa yang ditemukan pada *A. precatorius* yang berpotensi sebagai Anti Ulcerative atau menekan produksi asam lambung yang berlebih (0,736) dan antiviral (antivirus) (0,710). *A. precatorius* juga memiliki senyawa β -Ionone yang berpotensi sebagai CYP2J substrate (antikanker) (0,958), Antineoplastic (antikanker, kemoterapi, sitotoksik) (0,890), Keratolytic (penghilang sel mati stratum korneum) (0,856), Anti Psoriatic (mencegah munculnya bercak merah bersisik di kulit) (0,787), Antiprotozoal (pencegah infeksi protozoa) (0,768) dari ekstrak *A. precatorius* yang diperoleh dari hasil ekstraksi berturut turut dengan n-heksana dan etanol membuktikan bahwa ekstraksi tersebut mampu menghambat pertumbuhan protozoa dan mampu mencegah anti infeksi protozoa (Sutedja. 1995). *A. precatorius* juga memiliki potensi sebagai Antileukemic (menangkal efek leukemia) (0,704).

Berdasarkan uraian diatas penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya bahwa *A. precatorius* memiliki potensi sebagai obat tradisional. Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa ekstrak *A. precatorius* berpotensi sebagai obat batuk, sariawan dan obat radang tenggorokan. Penggunaan *A. precatorius* dengan cara diseduh dan setelah dingin diminum seperti teh. Cara penggunaan tersebut dirasa kurang begitu praktis sehingga dibuatlah sediaan tablet hisap (Rasyah. 2017). Penelitian serupa juga dilaporkan oleh Rumanti (2023) bahwa *A. precatorius* memiliki aktivitas antioksidan dan antiproliferasi kuat yang dapat digunakan sebagai obat herbal terapi kanker. *A. precatorius* juga memiliki aktivitas antifertilitas yang bisa digunakan sebagai kontrasepsi pria, telah diuji coba pada 20 ekor tikus jantan selama 20 hari. Penelitian tersebut menunjukkan terjadinya penurunan jumlah, motilitas, viabilitas, serta peningkatan abnormalitas spermatozoa yang signifikan dibandingkan control (Siti, et al. 2014).

SIMPULAN

A. precatorius memiliki potensi sebagai obat tradisional karena *A. precatorius* terdapat lima senyawa aktif 4-vinylphenol, p-vinyguaiacol, stigmasterol, phytol, dan β -Ionone. Kelima senyawa tersebut memiliki target yang beragam ketika berada didalam tubuh. Berdasarkan pada studi literatur kelima senyawa dominan tersebut berpotensi untuk dikembangkan sebagai obat tradisional, antivirus, antioksidan, dan fertilisasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Bhajoni, P. S., Meshram, G. G., & Lahkar, M. (2016). Evaluation of the antiulcer activity of the leaves of *Azadirachta indica*: An experimental study. *Integrative Medicine International*, 3(1-2), 10-16.
- Chasanah, D.I. (2013) 'Aktivitas Antimutagenik Ekstrak Metanol Sel Eritrosit Dalam Sumsum Tulang Mencit'.
- Fadilah; Muslichah, Siti; Aprila Fajrin, F. (2015) 'Pengaruh Ekstrak Metanol, Fraksi n-Heksana, dan Fraksi Metanol Biji Saga (*Abrus precatorius* Linn.) terhadap Kadar Testosteron dan Bobot Organ Reproduksi Tikus Jantan Effect of Methanolic Extract, n-Hexanic Fraction, and Methanolic Fraction of Saga Seed (A'.
- Juniarti; Osmeli, D.Y. (2010) 'KANDUNGAN SENYAWA KIMIA, UJI TOKSISITAS (Brine Shrimp Lethality Test) DAN ANTIOKSIDAN (1,1-diphenyl-2-pikrilhydrazyl) DARI EKSTRAK DAUN SAGA (*Abrus precatorius* L.)', *Makara Journal of Science*, 13(1). doi:10.7454/mss.v13i1.378.
- Lenny Sutedja (1995) 'Penapisan Aktifitas Antiprotozoa dalam Biji Saga', *JKTI*, VOL. 5 - No.1, 5(1).
- Muslichan, Siti; Wiratmo; Holidah, Diana; Fajrin, F.A. (2014) 'Potensi Biji Saga (*Abrus precatorius*) Sebagai Kontrasepsi Pria', *PHARMACY*, vol.11.
- Nur Atikah, Sari Nanchi Parhatiwi, Ajeng Dian Pertiwi, Evi Fatmi Utami, F. (2021) 'Identification of waste: DOWNTIME in the outpatient prescription services at the pharmacy installation of Rumah Sakit Islam Siti Hajar Mataram', *Jurnal Ilmiah Farmasi (Scientific Journal of Pharmacy)* 17(2) [Preprint].
- Nurul, H. (2020) 'Bahan Herbal Sebagai Anti Fertilitas', 21(1), pp. 1–9.
- Pavithra, K. *et al.* (2019) 'Identification of bioactive factors from *Abrus precatorius* by GC-MS, NMR and evaluation of its antioxidant activity', *Materials Today: Proceedings*, 26(July), pp. 3518–3521. doi:10.1016/j.matpr.2019.05.417.
- Rasyah, M.M., Nursal, F.K. and Prisiska, F. (2017) 'Optimation Lactose and Mannitol As Filler of Lozenges Extract', 1.
- Rumanti, A.T. and Saragih, H. (2023) 'Ekstraksi dan Identifikasi Kandungan Senyawa Bioaktif Daun Saga Rambat (*Abrus precatorius*) Extraction and Identification of Bioactive Compounds from Vine Saga Leaves (*Abrus precatorius*) Pendahuluan Saga rambat adalah suatu jenis tanaman', *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, Vol. 8(2), 8(September 2022), pp. 59–68. doi:10.24002/biota.v8i2.6417.
- Wan-Ibrahim, W.S. *et al.* (2018) 'GC-MS analysis of phytochemical compounds in aqueous leaf extract of *abrus precatorius*', *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 41(1), pp. 241–250.
- Widianto, E. *et al.* (2019) 'Pemberdayaan Masyarakat tentang Pemanfaatan Tanaman Saga (*Abrus Precatorius* L) di Desa Tanahbaru Pakisjaya Karawang', *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), p. 63. doi:10.30651/aks.v4i1.2294.

Mengungkapkan Potensi Senyawa Bioaktif Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) sebagai Obat Luka secara Biokomputasi

Septa Adi Hendarso*, Susi Rahmawati, Agus Muji Santoso
Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri
Penulis Korespondensi: adihendarso@gmail.com

ABSTRACT

Binahong leaves are known to have pharmacological activities such as antioxidant, anti-inflammatory, anti-infective, antiviral and even antiulcerative. The purpose of this study was to reveal the bioactive compounds contained in binahong leaves for wound medicine biocomputationally. This study was conducted biocomputationally and the data obtained were analyzed descriptively exploratively. The types of bioactive compounds contained in binahong leaves were obtained from the results of literature searches, Pubchem and PassOnline (way2drug) databases. The search results obtained 17 compounds contained in binahong leaves, then there are 5 main compounds with the largest composition in binahong leaves. These 5 compounds are phytol, cis,cis,cis-7,10,13-hexadecatrienal, 2,3-dihydroxypropyl palmitate, 2-ethylbutyric acid, monododecyl ester, and hexadecanoic acid. These five compounds have a high probability of activity and work on the target compound as a wound medicine.

Key words:

Binahong Leaves, Bioactive Compounds, Wound Medicine

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Luka merupakan rusaknya suatu integritas kulit, sel, dan jaringan yang secara spesifik disebabkan oleh paparan suhu, pH, zat kimia, gesekan dan radiasi. Secara fisiologi proses penyembuhan luka secara alami dimulai dari fase inflamasi, fase proliferasi dan fase maturase (Pariyana et al., 2016). Pada fase proliferasi terjadi peningkatan jumlah sel, salah satunya yaitu terjadi proliferasi fibroblas. Fibroblas akan menghasilkan kolagen yang mampu mengikat sel yang terluka dan berpengaruh dalam proses re-epitelisasi yang mampu menutup luka (Sumbayak, 2015). Proses penyembuhan luka merupakan suatu proses yang kompleks dan dinamis untuk mengembalikan struktur sel dan lapisan jaringan.

Binahong (*Anredera cordifolia*) merupakan tanaman yang memiliki pola persebaran yang cukup luas. Binahong tumbuh secara menjalar dan memiliki panjang mencapai 5 meter, batang berair berbentuk silindris, memiliki daun tunggal bertangkai pendek, daun berbentuk jantung. Tanaman binahong tumbuh dengan baik di daerah dengan cuaca tropis. Binahong termasuk famili *Basellaceae*. Seluruh bagian binahong mulai dari akar (umbi), batang, bunga dan daun dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Bagian daun binahong paling sering digunakan adalah daunnya. Daun binahong diketahui memiliki aktivitas farmakologi seperti

antioksidan, anti inflamasi, anti infeksi, antivirus bahkan anti ulcerative. Masyarakat memanfaatkan daun binahong untuk penyembuhan luka dengan cara diminum, ditempel, dan dihirup. Berdasarkan hasil penelitian (Helmidanora et al.,2020) mengungkapkan daun binahong mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, fenol, dan saponin.

Berdasarkan hasil uji aktivitas penyembuhan luka ekstrak daun binahong memiliki aktivitas untuk penyembuhan luka dalam (Samirana et al.,2014; Purwanti,2011). Senyawa bioaktif seperti flavonoid berfungsi dalam mempercepat pengeringan luka. Hasil penelitian serupa juga dilakukan oleh (Astuti et al.,2011) menunjukkan bahwa daun binahong mengandung senyawa flavonoid yang termasuk senyawa fenolik alam yang berfungsi sebagai antiinflamasi. Selain itu (Sanarto et al.,2010) juga menyatakan bahwa daun binahong berpotensi sebagai antioksidan alami dan memiliki fenol yang cukup tinggi. Mekanisme kerja senyawa fenol dengan cara merusak permeabilitas dinding sel bakteri kemudian senyawa flavonoid berperan menghambat motilitas bakteri (Darsana et al., 2012). Pada penelitian sebelumnya, (Ipand et al.,2019) menyatakan bahwa Flavonoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang mampu mendonorkan atom H dari gugus hidroksil pada senyawa radikal bebas. Golongan senyawa flavonoid mempunyai aktivitas dalam menghambat proses peroksidasi lipid dan menangkap radikal bebas yang dapat mencegah adanya nekrosis sel dan meningkatkan vaskularisasi ke area luka.

Penggunaan bahan tradisional dalam jangka panjang dalam mengobati luka dinilai lebih aman bagi tubuh karena obat tradisional memiliki efek samping yang relatif sedikit dibandingkan dengan obat modern. Pemanfaatan tanaman tradisional sebagai obat dapat meningkatkan pola pikir *back to nature* atau kembali ke alam (Savitri et al., 2020). Penelitian berbasis bioinformatika tanaman lokal binahong sebagai obat luka diharapkan mampu menambah wawasan obat tradisional. Potensi tanaman ini digunakan sebagai obat luka di kalangan masyarakat karena kandungan bioaktifnya, serta diharapkan dapat menjadi dasar penelitian berikutnya tentang pengembangan potensi tanaman lokal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif untuk mengungkap potensi senyawa bioaktif daun binahong sebagai obat luka secara biokomputasi. Data tentang jenis-jenis senyawa bioaktif daun binahong diperoleh dengan telusur pustaka penelitian sebelumnya. Kemudian identitas, struktur dan senyawa bioaktif tersebut dieksplorasi dari *database* yaitu *Pubchem* dan *PassOnline (way2drug)*. Dipilih target senyawa bioaktif daun binahong dengan nilai *probability activity (pa)* > 0,7 yang berkaitan dengan fungsi daun binahong sebagai obat luka. Data tentang jenis-jenis senyawa bioaktif daun binahong, target senyawa bioaktif daun binahong sebagai obat luka, dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses penyembuhan luka terdiri dari beberapa fase yaitu fase inflamasi, proliferasi dan maturasi. Pada fase Inflamasi ditandai dengan respons vaskuler dan seluler yang terjadi akibat perlukaan pada jaringan kulit. Fase proliferasi, fibroblas berperan dalam menghasilkan protein untuk penyembuhan luka yaitu kolagen yang pada fase ini akan terjadi proliferasi sel fibroblas. Peran fibroblas sangat besar pada proses perbaikan, yaitu bertanggung jawab pada persiapan menghasilkan produk struktur protein yang akan digunakan selama proses rekonstruksi jaringan. Fase maturasi bertujuan untuk menyempurnakan jaringan.

Pada ekstrak daun binahong dapat terlihat mampu mempercepat pengecilan ukuran luka. Hal ini mengindikasikan bahwa mengecilnya ukuran luka menunjukan terjadi proses penyembuhan luka. Senyawa alkaloid dapat bertindak sebagai antibakteri untuk mencegah luka menjadi infeksi dan berfungsi sebagai pembentukan kolagen. Flavonoid mampu menghentikan perdarahan pada luka. Selain senyawa Flavonoid menurut Wardani (2009) saponin juga memiliki kemampuan sebagai pembersih dan mampu mempercepat pembentukan kolagen yang berfungsi dalam proses penyembuhan luka.

Golongan senyawa flavonoid memiliki aktivitas dalam menghambat proses peroksidasi lipid dan mampu menangkap radikal bebas sehingga mampu meningkatkan vaskularisasi ke daerah luka. Aktivitas senyawa flavonoid mampu meningkatkan produksi jumlah fibroblas (Amita, 2017). Kandungan flavonoid memiliki sifat sebagai senyawa antioksidan. Sifat antioksidan diperlukan agar luka mampu mencegah berkembangnya jamur, bakteri dan menghambat kerusakan membran.

Dari hasil telusur didapatkan sebanyak 17 senyawa bioaktif yang terkandung dalam daun binahong. Senyawa yang mempunyai target sebagai penyembuhan luka dengan *probability activity* terbesar antara lain, senyawa phytol, cis,cis,cis-7,10,13-hexadecatrienal, 2,3-dihydroxypropyl palmitate, 2-ethylbutyric acid, monododecyl ester, dan hexadecanoic acid. Berdasarkan hasil penelusuran *PubChem database* dan *PassOnline (way2drug)* ditemukan kandungan senyawa yang berperan dalam proses penyembuhan luka dengan interpretasi nilai pa lebih dari 0,7 ($pa > 0,7$) menunjukan bahwa senyawa memiliki aktivitas biologis yang sangat tinggi terhadap proses penyembuhan luka sebagai berikut

Tabel 1. Hasil telusur senyawa bioaktif dalam daun binahong (*Anredera cordifolia*)

No	Nama Senyawa	Id senyawa	Pa	Aktifitas senyawa
1.	Phytol	5280435	0,852	Mucomembranous protector (Pelindung Mukomembran)
			0,845	Saccharopepsin inhibitor (Penghambat pertumbuhan jamur)
			0,770	Fragilysin inhibitor (Penghambat penghambat kuman anaerob)
			0,736	Antiulcerative (Mencegah peradangan)
			0,710	Antiviral (Rhinovirus) (penghambat pertumbuhan virus)
2.	Cis,cis,cis-7,10,13-hexadecatrienal	25067736	0,914	Alcohol dehydrogenase substrate (mempercepat pengeringan luka)
			0,814	Saccharopepsin inhibitor (Penghambat pertumbuhan jamur)

No	Nama Senyawa	Id senyawa	Pa	Aktifitas senyawa
			0,871	Antieczematic (Pencegah peradangan pada kulit)
			0,769	Cyclomaltodextrinase inhibitor (Penghambat spesies bakteri, khususnya genus Bacillus)
			0,717	Antiinfective (Penghambat pertumbuhan bakteri)
			0,715	Mucomembranous protector (Pelindung Mukomembran)
3.	2,3-Dihydroxypropyl palmitate	121548	0,960	Skin irritation, inactive (Tidak menyebabkan iritasi pada kulit)
			0,956	Lipid metabolism regulator (Pengaturan metabolisme lemak)
			0,914	Leukopoiesis stimulant (Peningkatan pembentukan darah putih)
			0,827	Fragilysin inhibitor (Penghambat kuman anaerob)
			0,827	Antieczematic (Pencegah peradangan pada kulit)
			0,821	Antihypoxic (Mencegah dan mengurangi manifestasi hipoksia)
			0,785	Antiseptic (Penghambat pertumbuhan mikroorganisme)
			0,753	Fibrolase inhibitor (Penghambat peredaran darah) Licheninase
4.	2-Ethylbutyric acid, monododecyl ester	99823	0,915	Saccharopepsin inhibitor (Penghambat pertumbuhan jamur)
			0,902	Antiseborrheic (Penghambat pertumbuhan parasit)

No	Nama Senyawa	Id senyawa	Pa	Aktifitas senyawa
			0,837	Lysostaphin inhibitor (Anti bakteri yang secara khusus mampu memotong jembatan pentaglisin)
			0,821	Pseudolysin inhibitor (Pencegah kerusakan jaringan)
			0,819	Lipid metabolisme regulator (Pengaturan metabolisme lemak)
			0,800	Leukopoiesis stimulant (Peningkatan pembentukan darah putih)
			0,798	Omptin inhibitor (Penghambat bakteri)
			0,747	Licheninase inhibitor (Penghambat jamur)
			0,712	Sclerosant (Pembentukan jaringan parut)
5.	Hexadecanoic acid	985	0,933	Mucomembranous protector ((Pelindung Mukomembran)
			0,920	Antieczematic (Pencegah peradangan pada kulit)
			0,877	Fragilysin inhibitor (Penghambat kuman anaerob)
			0,854	Leukopoiesis stimulant (Peningkatan pembentukan darah putih)
			0,834	Vasoprotector (Meringankan atau mencegah kondisi atau penyakit yang mempengaruhi pembuluh darah)
			0,817	Omptin inhibitor (Penghambat bakteri)
			0,808	Lipid metabolisme regulator (Pengaturan metabolisme lemak)
			0,798	Antihypoxic (Mencegah dan mengurangi manifestasi hipoksia)

No	Nama Senyawa	Id senyawa	Pa	Aktifitas senyawa
			0,783	Antimutagenic (Pencegah transformasi sel normal menjadi ganas)
			0,780	Fibrinolytic (Fibrinolitik) (Merangsang pembubaran bekuan darah)
			0,727	Antiinflammatory, intestinal (Mengurangi radang dan memberikan analgesic dan anripiretik)

Berdasarkan hasil (Tabel 1.) terdapat beberapa senyawa yang dominan pada daun binahong yang dapat dilihat dari skor *probability activity* yang dapat menghambat tumbuhnya bakteri pada permukaan kulit yang mengalami luka bakar, luka bekas operasi dan luka terbuka lainnya. Menurut Wuni dkk (2022) beberapa senyawa phytol merupakan senyawa yang berasal dari golongan terpenoid berfungsi untuk memodulasi respon imun dan sitokin yang berfungsi sebagai molekul sinyal inflamasi sel yang terinfeksi dan bertanggung jawab terhadap antioksidan tumbuhan. Senyawa ini berupa cairan minyak yang tidak larut dalam air dan akan larut dalam pelarut organik sehingga senyawa phytol juga berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan virus. (Iling et al., 2021). Dalam penelitian sebelumnya (Irawan dkk., 2020) juga menyatakan bahwa senyawa phytol pada tanaman daun binahong memiliki aktivitas sebagai perbaikan metabolisme lemak, saccharopepsin inhibitor (menghambat pertumbuhan jamur) terutama jamur candida.

Kandungan senyawa *cis,cis,cis-7,10,13-hexadecatrienal* merupakan senyawa turunan flavonoid yang berfungsi untuk mempercepat pengeringan luka yaitu Alcohol dehydrogenase substrate yang mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba dan menurunkan aktivitas enzim mikroba pada luka yang terkontaminasi. Alcohol dehydrogenase substrate selain sebagai penghambat pertumbuhan mikroba juga berfungsi sebagai antiinflamasi yang mampu menghambat aktivitas *cyclooxygenase enzyme* sehingga pertumbuhan menjadi terhambat (Sudjarwo, 2004). Terhambatnya pertumbuhan mikroba dapat mempengaruhi proses perkembangan jaringan yang kurang sempurna. Kemudian jaringan luka yang bercampur dengan mikroba dapat berkurang serta proses penyembuhan luka pada tahap inflamasi akan dipercepat. Jika luka terkontaminasi akan menyebabkan peradangan pada senyawa *cis,cis,cis-7,10,13-hexadecatrienal* akan berperan dalam menurunkan panas sehingga proses peradangan dapat mereda. Sehingga proses pertumbuhan sel baru dapat menyembuhkan luka luar dalam.

Senyawa 2,3-dihydroxypropyl palmitate merupakan asam lemak yang jenuh. (Elisya et al., 2022) menyatakan bahwa Senyawa 2,3-dihydroxypropyl palmitate merupakan senyawa antioksidan yang kuat berfungsi sebagai antibakteri sehingga pertumbuhan bakteri menjadi terhambat. Pada skor *probability active* (Pa) menunjukkan mekanisme kerja 2,3-dihydroxypropyl palmitate tidak menimbulkan iritasi pada kulit sehingga aman untuk digunakan pada kulit. Aktivitas infeksi dapat mengganggu fungsi metabolisme melalui kerusakan dinding sel dan mendenaturasi protein mikroba.

Senyawa yang terkandung dalam daun binahong yaitu 2-ethylbutyric acid, monododecyl ester memiliki potensi Saccharopepsin inhibitor yaitu penghambat pertumbuhan jamur misalnya jamur *Candida*, *Malassezia*. Dalam senyawa 2-ethylbutyric acid, monododecyl ester juga berpotensi dalam menstimulasi pembentukan fibroblas dan histiosit sehingga merangsang terbentuknya kapilarisasi (Utami,2009). Metabolisme lemak dapat terjadi karena adanya reaksi biokimia yang dibantu dengan reaksi enzimatik yang dipengaruhi oleh hormon. Menurut Primadina dkk (2019) pada fase proliferasi bertujuan untuk membentuk jaringan parut dan melakukan regenerasi jaringan pada senyawa 2-ethylbutyric acid, monododecyl ester terdapat aktivitas yang berperan dalam pembentukan jaringan parut.

Adanya aktivitas antioksidan pada ekstrak daun binahong diduga berasal dari senyawa hexadecanoic acid. Senyawa hexadecanoic acid merupakan asam lemak yang dikenal mampu menghambat pertumbuhan mikroba. Menurut Idris dkk (2022) mengungkapkan bahwa senyawa hexadecanoic acid merupakan jenis asam lemak yang memiliki antifungi dengan merusak struktur dinding dan membran sel jamur dengan mekanisme secara sinergis. Menurut Krishna dkk (2016) menyatakan bahwa konsentrasi dari asam lemak dengan susunan rantai panjang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme khususnya jenis jamur. Hal ini didukung dengan penelitian Sogandi (2019) yang menyatakan bahwa cara kerja hexadecanoic acid dalam menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara menyerap nutrisi yang dikandung oleh bakteri dan menghambat masuknya air serta menghalangi kerja enzim pada bakteri parasite. Senyawa hexadecanoic acid juga dilaporkan oleh Bodoprost dan Rosemeyer (2007) menyatakan bahwa senyawa hexadecanoic acid diketahui memiliki aktivitas antioksidan, senyawa hexadecanoic acid juga berfungsi sebagai anti inflamasi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada daun binahong terdapat lima kandungan senyawa antara lain: phytol sebagian besar berfungsi sebagai antivirus, cis,cis,cis-7,10,13-hexadecatrienal berfungsi sebagai antiinflamasi, 2,3-dihydroxypropyl palmitate berfungsi sebagai antioksidan, 2-ethylbutyric acid, monododecyl ester berfungsi sebagai pembentukan jaringan parut, hexadecanoic acid berfungsi sebagai antifungi. Senyawa tersebut saling berperan aktif dalam proses penyembuhan luka karena daun binahong memiliki senyawa bioaktif flavonoid, alkaloid, fenol, dan saponin.

DAFTAR RUJUKAN

- Amita, K. (2017). Gambaran Histopatologi Penyembuhan Luka Sayat pada Mencit (*Mus musculus*) Menggunakan Ekstra Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) (*Histopathological Finding of the Vulnus Incisivum Healing in Mice (Mus musculus) using Anredera cordifolia Leaf Extract*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 1(3), 584-591.
- Astuti, S.M., Sakinah, M., Andayani, R. And Risch, A. (2011), *Determination of Saponin Compound from Anredera Cordifolia (Ten.) Steenis Plant (Binahong) To Potential Treatment for Several Diseases*, *Journal of Agriculture Science*, 3(4): 224-32.
- Darsana, I. G. O., Besung, I. N. K., & Mahatmi, H. (2012). Potensi Daun Binahong (*Anredera Cordifolia* (Tenore) Steenis) dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* Secara in Vitro. *Indonesia Medicus Veterinus*, 1(3), 337-351.

- Elisya, Y., Junaedi, J., & Saleha, M. (2022). Identifikasi dan Uji Anti Kanker Tablet Ekstrak Daun Paliasa (*Kleinhovia hospita* Linn) Secara MTT Assay. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 7(1), 194-202.
- Helmidanora, R., Sukawaty, Y., & Warnida, H. (2020). Penetapan kadar flavonoid daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) dengan spektrofotometri uv-vis. <http://www.jurnalscientia.org>. Samarinda
- Idris, N. (2022). Bioaktivitas Senyawa Asam Heksadekanoat sebagai Pengawet Alami Terhadap Bakteri *Xanthomonas Campestris* Dan Jamur *Fusarium Oxysporum* Penyebab Pembusukan Pada Sawi Hijau *Brassica Juncea* L.= *Bioactivity of Hexadecanoic Acid Compounds as A Natural Preservative Against Xanthomonas Campestris Bacteria and Fusarium Oxysporum Fungus That Cause Rotten in Mustard Greens Brassica Juncea L. Has Been Carried Out* (Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Illing, I., & Rustam, F. (2021). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstra Etanol Daun Pecut Kuda (*Stachytarpheta jamaicensis* L) Menggunakan GC-MS. *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, 3(1), 13-16.
- Ipand, I., Triyasmono, L., & Prayitno, B. (2016). Penentuan kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun kajajahi (*Leucosyke capitellata* Wedd.). *Jurnal Pharmascience*, 3(1), 93-100.
- Irawan, H., Syera, S., Ekawati, N., & Tisnadajaja, D. (2020). Pengaruh Proses Maserasi dengan Variasi Konsentrasi Pelarut Etanol Terhadap Kandungan Senyawa Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) dan Daun Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Lam). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 6(2), 252-264.
- Juliana Bodoprost, Helmut Rosemeyer. (2007). *Analysis of Phenacyl ester Derivatives of Fatty Acids from Human Skin Surface Sebum by Reversed-Phase HPLC: Chromatographic Mobility as a Function of Physico-Chemical Properties*. *International Journal of Molecular Sciences*, 8(11), 1111-1124.
- K. Radha Krishnan, F. James, A. Mohan. (2016). Isolation and characterization of n-hexadecanoic acid from *Canthium parviflorum* leaves, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(8), 614-617.
- Paju, N. (2013). Uji Efektivitas Salep Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) pada Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang Terinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT*. Vol.2(1):53. Manado.
- Pariyana, P., Saleh, M. I., Tjekyan, S., & Hermansyah, H. (2016). Efektivitas Pemberian Ekstrak Daun Binahong (*Anredera Cordifolia*) Terhadap Ketebalan Jaringan Granulasi dan Jarak Tepi Luka pada Penyembuhan Luka Sayat Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*). *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan: Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*, 3(3), 155-165.
- Primadina, N., Basori, A., & Perdanakusuma, D. S. (2019). Proses Penyembuhan Luka ditinjau dari Aspek Mekanisme Seluler dan Molekuler. *Qanun Medika: Jurnal Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surabaya*, 3(1), 31-43.
- Purwanti, D. H. (2011). Uji Aktivitas Antitukak Fraksi Kloroform Daun Binahong (*Anredera scandens* (L.) Moq.) pada Tikus Putih Jantan Galur Sprague Dawley (Skripsi). Denpasar: Universitas Udayana.
- Samirana, P. O., N. P. E. Leliqia, and N. P. Ariantari. (2014). *TLC-Densitometer Profile and Antiulcer Activity Assay of Ethanol Extract of Binahong Leaves (Anredera Scandens (L.) Moq.) in*

- Sprague Dawley Strain Male Rats. Proceeding The International Conference of Pharmaceutical Care*. Pp. 63-71.
- Samirana, P. O., Swastini, D. A., Subratha, I. D. G., & P Y & Ariadi, K. A. (2016). Uji aktivitas penyembuhan luka ekstrak etanol daun binahong (*Anredera scandens* (L.) Moq.) pada tikus jantan galur wistar. *Jurnal Farmasi Udayana*, 5(2), 2301-7716.
- Sanarto, Prijadi & Tanjaya. (2010). Uji efektivitas ekstrak daun binahong (*anredera cordifolia*) sebagai antibakteri terhadap escherichia coli secara in vitro. *Jurnal Penelitian*, 1-11.
- Savitri, G.R., Triatmoko, B. And Nugraha, A.S. (2020). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak dan Fraksi Tumbuhan Anyang-Anyang (*Elaeocarpus Grandiflorus* J. E. Smith.) Terhadap *Escherichia Coli*, *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 5(1): 22, Doi: 10.20961/Jpscr.V5i1.322.
- Sogandi, G., Darma, W. S. T., & Jannah, R. (2019). Potensi Senyawa Antibakteri dari Ekstrak Akar Manis (*Glycyrrhiza glabra* L) terhadap *Bacillus cereus*. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 22(4), 105-111.
- Sudjarwo 6SA 2004. Potensi Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) sebagai Antibiotik dan Analgesik, *Journal Kedokteran YARSI*, 12(2):79-84.
- Sumbayak, E. M. (2015). Fibroblas: Struktur dan Peranannya dalam Penyembuhan Luka. *Jurnal Kedokteran Meditek*.
- Utami, Y. W., Murniati, A., & Sumarno, S. (2009). Efek perawatan luka terkontaminasi dengan ekstrak bawang putih lanang dalam mempercepat penurunan eritema. *Jurnal Kedokteran YARSI*, 17(1), 021-030.
- Wardani, L.P. (2009). Efek Penyembuhan Luka insisi Ekstrak Etanol Daun Sirih (*Piper betle* Linn) pada Kulit Punggung Mencit. Skripsi. Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Wuni, P. M., Madyaningrana, K., & Prakasita, V. C. Efek Ekstrak Daun Bayam Brasil (*Alternanthera sissoo hort*) Terhadap Jumlah Limfosit dan Indeks Organ Timus dan Limpa Mencit Jantan. The Effect of Brazilian Spinach (*Alternanthera sissoo hort*) Leaf Extract on Lymphocyte Count and Organ Index of Male Mice.

Analisis Variasi Sekuen Gen Beberapa Tumbuhan Genus *Syzygium* Berdasarkan Gen *MatK*

Rifqi Takriyatu Haryati¹, Anggi Junita Sari^{1*}, Agus Muji Santoso¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: agusmujisantoso@gmail.com

ABSTRACT

Genetic variation analysis aims to determine biodiversity at the gene level and to identify superior germplasm for plant breeding. The *matK* (Maturase K) gene is a chloroplast gene of approximately 1,500 base pairs (bp) located within the *trnK* intron and can reveal more specific molecular characteristics. This study aims to determine gene variation within the genus *Syzygium* based on the *matK* gene. The method used was descriptive exploratory. The research stages began with downloading *matK* gene DNA sequences of the genus *Syzygium* from the GenBank database on the NCBI website, followed by sequence alignment using BioEdit version 7.2.5, and subsequently analyzing the variation sites of the *matK* gene in the genus *Syzygium*. The results of the alignment of six *matK* gene DNA sequences revealed 23 gene variation sites within the genus *Syzygium*.

Key words:

Syzygium genus, genetic variation, *matK* gene

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Myrtaceae merupakan salah satu famili dari ordo Myrtales yang tersebar di daerah tropis dan subtropis, famili ini memiliki kurang lebih 2.050 spesies yang terbagi dalam 137 genus. Genus utamanya antara lain : *Eugenia* (600 spesies), *Eucalyptus* (500 spesies), *Myrcia* (300 spesies), *Syzygium* (300 spesies), *Psidium* (100 spesies), *Melaleuca* (100 spesies), dan *Callistemon* (25 spesies) (Singh, 2009). Genus dari famili Myrtaceae yang populer dikalangan masyarakat adalah genus *Syzygium* karena buah pada genus ini sering dikonsumsi oleh masyarakat. Namun, pada dasarnya genus *Syzygium* tidak hanya jambu-jambuan tetapi banyak jenis tumbuhan lain yang termasuk dalam kekerabatannya.

Syzygium memiliki lebih dari 1000 spesies dan tersebar di daerah tropis (Asif dkk., 2013). *Syzygium* memiliki berbagai manfaat sebagai : makanan (*S. malaccense* dan *S. samarangense*), tanaman hias dan obat – obatan (*S. aromaticum*, *S. cumini*, *S. polyanthum*, dan *S. jambos*). *Syzygium* adalah genus yang cukup sulit untuk diidentifikasi karena karakter morfologi yang relatif sedikit meskipun konsisten dalam menghubungkan spesies ke dalam kelompok spesies tertentu dengan baik (Widodo, 2012).

Variasi genetik dapat terjadi pada tingkat asam nukleat yaitu DNA, pada tingkat kromosom atau pada set kromosom (Damayanti, 2012). Variasi genetik bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman hayati pada tingkat gen. Variasi genetik merupakan hal

penting dalam konservasi genetik yang diperuntukkan sebagai populasi dasar untuk kegiatan pemuliaan (Sumardi, 2016). Variasi genetik diperlukan dalam pencarian bibit unggul yang tahan terhadap toleran kekeringan, resistensi hama dan peningkatan produksi buah dalam rangka pemuliaan tanaman. Maka perlu diidentifikasi karakteristik variasi gen pada genus *Syzygium*. Variasi genetik diperoleh dari sekuen DNA barcode. Salah satu penanda molekuler yang saat ini digunakan dalam mengungkapkan taksonomi yaitu DNA barcode yang dapat menunjukkan variasi genetik dalam suatu spesies (Hebert, 2003). Identifikasi spesies berbasis sekuens DNA merupakan metode yang cepat, akurat, konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan. Teknik DNA barcoding pada tumbuhan dapat digunakan sebagai identifikasi dan konfirmasi penemuan spesies baru dan monitoring perubahannya dari waktu ke waktu dengan biaya efektif. Gen *matK* (*Maturase K*) merupakan gen berkloroplas dengan ukuran sekitar 1500 pasang basa (bp) yang terletak di intron *trnK*. Barcode *matK* memiliki kemampuan pembeda yang lebih baik untuk mengidentifikasi sampel dalam penelitian variasi intraspesifik (Kolondam dkk., 2012). Gen *matK* merupakan salah satu dari coding gene yang paling variatif pada Angiospermae sehingga gen ini dijadikan barcode untuk tanaman darat. Gen *matK* adalah gen populer yang digunakan dalam DNA Barcode tanaman di dunia, maka penyusunan DNA barcode berdasarkan gen *matK* diharapkan dapat menunjukkan karakter molekuler yang spesifik dari genus *Syzygium*. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis variasi gen pada genus *Syzygium* berdasarkan Gen *matK*.

METODE

Metode yang digunakan yaitu deskriptif eksploratif, analisis data dilakukan dengan analisis data sekuens DNA *matK* genus *Syzygium* yang diperoleh dari gen bank pada web NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) data disimpan dengan format FASTA, kemudian data sekuens DNA *matK* genus *Syzygium* disejajarkan melalui aplikasi BioEdit versi 7.2.5, dengan cara mengubah data sekuens DNA ke accessory application lalu klik clustalW multiple alignment, selanjutnya klik *view conservation by plotting identities to a standard a dot*. Melalui tahap ini diperoleh data variasi gen *matK* genus *Syzygium*. Kemudian dilihat letak variasi spesies pada tapak sekuens DNA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

	80	120	150	160	250
					
S. aromaticum	TTCTGAGAGTA	AAATAGATCG	TTATGACAAG	AAATCTAGTT	CCATTTTTTTG
S. cumini	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....C.....	T.....	T.....	T.....
S. jambos	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....C.....	T.....	T.....	T.....
S. malaccense	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|
S. polyanthum	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|
S. samarangense	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|
	350	470	510	590	600
					
S. aromaticum	CTTCCTTAGA	ATCACATACA	CTGGGGGAAA	AAGATATTAC	CCTTTTTTTCA
S. cumini	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....T.....	C.....	T.....	C.....
S. jambos	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....T.....	C.....	T.....	C.....
S. malaccense	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|
S. polyanthum	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|
S. samarangense	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|	.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|

	610	720	870	960	1010
S. aromaticum	....|....|	....|....|	....|....|	....|....|	....|....|
S. cumini	AAAGGTAATA	TGGAATCTTT	AAAAGATACG	AGGAAGGATC	GCTATCGTTC
S. jambos	C	.....	.....	.....	.....
S. malaccense	C	C	.....	.....	.....T
S. polyanthum	C	.....	.....	.....	.....
S. samarangense	C	.....	.....A	T	.....
	1020	1150	1200	1260	1480
S. aromaticum	....|....|	....|....|	....|....|	....|....|	....|....|
S. cumini	AAGCGTACGA	AATTTTTGTA	TTCATCAGAT	TCACAGTGGG	CAGATTTGGT
S. jambos	C	.....	.....G	G	.....
S. malaccense	C	.....	.....	.....G	.....
S. polyanthum	G	.....	.....	.....	.....
S. samarangense	.....	.....	.....	.....C	.....
	1550				
S. aromaticum	....|....|				
S. cumini	AAATGATTGG				
S. jambos	.....				
S. malaccense	.....				
S. polyanthum	.....				
S. samarangense	A..A				

Hasil penjejeran sekuen DNA gen *matK* genus *Syzygium* pada aplikasi BioEdit

Tabel 1. Variasi gen pada genus *Syzygium*

No.	Tapak ke-	Spesies	Variasi gen
1.	80	<i>S. aromaticum</i>	A
		<i>S. jambos</i>	C
2.	117	<i>S. aromaticum</i>	A
		<i>S. cumini</i>	C
3.	150	<i>S. aromaticum</i>	G
		<i>S. jambos</i>	T
4.	155	<i>S. aromaticum</i>	C
		<i>S. cumini</i>	T
		<i>S. jambos</i>	T
5.	242	<i>S. aromaticum</i>	C
		<i>S. polyanthum</i>	T
6.	345	<i>S. aromaticum</i>	C
		<i>S. cumini</i>	T

7.	468	<i>S. aromaticum</i>	A
		<i>S. cumini</i>	C
		<i>S. jambos</i>	C
		<i>S. malaccense</i>	C
		<i>S. polyanthum</i>	C
		<i>S. samarangense</i>	C
8.	506	<i>S. aromaticum</i>	G
		<i>S. cumini</i>	T
		<i>S. jambos</i>	T
		<i>S. malaccense</i>	T
		<i>S. polyanthum</i>	T
		<i>S. samarangense</i>	T
9.	583	<i>S. aromaticum</i>	G
		<i>S. cumini</i>	C
		<i>S. jambos</i>	C
		<i>S. malaccense</i>	C
		<i>S. samarangense</i>	C
10.	593	<i>S. aromaticum</i>	T
		<i>S. jambos</i>	C
11.	610	<i>S. aromaticum</i>	A
		<i>S. cumini</i>	C
		<i>S. jambos</i>	C
		<i>S. malaccense</i>	C
		<i>S. polyanthum</i>	C
		<i>S. samarangense</i>	C
12.	716	<i>S. aromaticum</i>	T
		<i>S. malaccense</i>	C
13.	870	<i>S. aromaticum</i>	G
		<i>S. samarangense</i>	A
14.	953	<i>S. aromaticum</i>	G
		<i>S. samarangense</i>	T

15.	1002	<i>S. aromaticum</i>	C
		<i>S. malaccense</i>	T
16.	1018	<i>S. aromaticum</i>	A
		<i>S. polyanthum</i>	G
17.	1019	<i>S. aromaticum</i>	G
		<i>S. cumini</i>	C
		<i>S. jambos</i>	C
18.	1148	<i>S. aromaticum</i>	G
		<i>S. melaccense</i>	C
19.	1195	<i>S. aromaticum</i>	T
		<i>S. cumini</i>	G
20.	1260	<i>S. aromaticum</i>	A
		<i>S. cumini</i>	G
		<i>S. jambos</i>	G
21.	1472	<i>S. aromaticum</i>	A
		<i>S. samarangense</i>	C
22.	1527	<i>S. aromaticum</i>	T
		<i>S. samarangense</i>	A
23.	1530	<i>S. aromaticum</i>	G
		<i>S. samarangense</i>	A

Berdasarkan Tabel 1. Variasi gen pada genus *Syzygium*, diketahui bahwa terdapat variasi gen pada spesies genus *Syzygium*. Ditemukan 23 tapak variasi gen pada genus *Syzygium*, variasi gen pada spesies genus *Syzygium* menyebabkan keanekaragaman di tingkat gen. Keanekaragaman gen adalah segala perbedaan pada makhluk hidup dalam 1 spesies (Indrawan dkk., 2007). Dengan analisis data sekuens DNA gen *matK* menunjukkan bahwa gen *matK* dapat membedakan variasi antarspesies. Salah satu standar baru untuk mempelajari keanekaragaman genetik spesies adalah dengan menggunakan sekuens DNA dari gen *rbcl* dan gen *matK* (Kress et al., 2005). Gen *matK* lebih banyak digunakan dalam berbagai penelitian dibandingkan gen *rbcl*, karena tingkat keakuratannya yang lebih spesifik pada yaitu pada tingkat spesies (Kalangi, 2014). Gen *matK* dijadikan sebagai biomarker atau marker molekuler yang menjanjikan dalam identifikasi dan pengelompokan suatu tanaman. Gen *matK* merupakan gen pengkode enzim maturase bagian sub-unit K yang terdapat dalam kloroplas tanaman. Daerah urutan nukleotida gen *matK* ini dapat menghasilkan sekitar 1500 pb (pasang basa). Gen *matK* lebih sulit

diampifikasi tetapi memberikan resolusi yang lebih tinggi untuk perbandingan spesies dan relatif beragam dalam satu spesies (Hollingsworth et al., 2011).

Hasil dari peninjauan sekuens DNA genus *Syzygium* pada aplikasi BioEdit ditemukan 23 perbedaan pada 6 spesies *Syzygium*. Perbedaan sekuens DNA pada *S. aromaticum* dan *S. jambos* ditemukan 10 perbedaan yaitu pada tapak ke 80, 150, 155, 468, 506, 583, 593, 610, 1019, dan 1260. Perbedaan pada *S. aromaticum* dan *S. cumini* ditemukan 10 perbedaan yaitu pada tapak ke 117, 155, 345, 468, 506, 583, 610, 1019, 1195, dan 1260. Ditemukan 5 perbedaan pada *S. aromaticum* dan *S. polyanthum* pada tapak ke 242, 468, 506, 610, dan 1018. Perbedaan pada *S. aromaticum* dan *S. malaccense* ditemukan 7 perbedaan yaitu pada tapak ke 468, 506, 583, 610, 716, 1002, dan 1148. Selanjutnya, ditemukan 8 perbedaan pada *S. aromaticum* dan *S. samarangense* pada tapak ke 468, 506, 610, 870, 953, 1472, 1527, dan 1530. Dari variasi gen ini menyebabkan keanekaragaman pada tingkat genetik. Keanekaragaman genetik yang tinggi akan sangat membantu suatu populasi beradaptasi terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan sekitarnya sehingga keanekaragaman genetik perlu dikonservasi. Identifikasi dan mempertahankan keanekaragaman genetik suatu populasi sangat penting dalam konservasi (Damayanti, 2007). Pada pembahasan artikel ini diperlukan penelitian berikutnya untuk dapat mengungkapkan hubungan kekerabatan genus *Syzygium*.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dengan menggunakan 6 sekuens DNA *matK* pada spesies genus *Syzygium* diperoleh 23 tapak variasi gen. Penggunaan sekuens DNA gen *matK* dapat mengetahui variasi antar spesies, karena menunjukkan keakuratan yang lebih spesifik pada karakter molekuler genus *Syzygium*. Variasi gen *matK* mengungkap adanya keanekaragaman tingkat gen genus *Syzygium* dan mencari bibit unggul yang toleran terhadap kekeringan, resistensi hama dan peningkatan produksi buah dalam rangka pemuliaan tanaman.

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 mengizinkan penulis melakukan penelitian di Cagar Alam Leuweung Sancang. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada anggota tim peneliti khususnya Ir. Bugris Yafit, Ivan dan Giry Waldy Rusmana.

DAFTAR RUJUKAN

- Asif, H., Khan, A., Iqbal, A., Khan, I. A., Heinze, B., & Azim, M. K. (2013). The chloroplast genome sequence of *Syzygium cumini* (L.) and its relationship with other angiosperms. *Tree genetics & genomes*, 9, 867-877.
- Damayanti, F. (2021). Potensi pemuliaan mutasi radiasi sebagai upaya peningkatan variasi genetik pada tanaman hias. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 1(2), 78-84.
- Hebert, P. D., Cywinska, A., Ball, S. L., & DeWaard, J. R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1512), 313-321.
- Hollingsworth, P. M., Graham, S. W., & Little, D. P. (2011). Choosing and using a plant DNA barcode. *PloS one*, 6(5), e19254.
- Indrawan, M., Primack, R. B., & Supriatna, J. (2007). *Biologi Konservasi: Edisi Revisi*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Kalangi, C., Kamu, V. S., & Kumaunang, M. (2014). Barcode DNA tanaman leilem (*Clerodendrum minahassae* L.) berdasarkan gen *matK*. *Jurnal MIPA*, 3(2), 108-112.
- Kolondam, B. J., Lengkong, E., Polii, M. J., Pinaria, A., & Runtunuwu, S. (2012). Barcode DNA berdasarkan Gen *rbcl* dan *matK* Anggrek Payus Limondok (*Phaius tancarvilleae*) (DNA Barcode of Payus

- Limondok Orchid (*Phaius tancarvilleae*) Based on the *rbcl* and *matK* genes). *Jurnal Bios Logos*, 2(2).
- Kress, W. J., Wurdack, K. J., Zimmer, E. A., Weigt, L. A., & Janzen, D. H. (2005). Use of DNA barcodes to identify flowering plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(23), 8369-8374.
- Singh G. 2009. Plant Systematics: An Integrated Approach Third Edition. Science Publishers, Enfield.
- Sumardi, S. (2016). Variasi genetik pada pertumbuhan tanaman konservasi sumberdaya genetik cendana (*Santalum album* Linn.) populasi pulau Timor bagian timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(1), 27-31.
- Widodo, P. (2012). New nomenclature in (Myrtaceae) from Indonesia and its vicinities. *Reinwardtia*, 13(3), 235-240.

Mengungkap Potensi Senyawa Bioaktif pada Daun Cocor Bebek (*Kalanchoe pinnata*) sebagai Obat Tradisional Luka Bakar

Amellya Agustyn ^{*1}, Siti Khoirun Nadhifah ²

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: lyaamel290@gmail.com

ABSTRACT

Pincushion plant leaves (Kalanchoe pinnata) are ornamental plants that are often used by Indonesians as traditional medicine for wounds. They are known to contain bioactive compounds that can be used as medicine for wounds, including burns, because pincushion plant leaves have pharmacological activities such as antioxidants, anti-inflammatories, antifungals, anti-infectives, and anti-free radicals. The purpose of this study was to reveal the potential of bioactive compounds in duckbill leaves (Kalanchoe pinnata) as a traditional burn medicine through biocomputational methods. The method used was an exploratory descriptive method using the Pubchem and Pass Online (why 2 drug) websites. Pincushion plant leaves are known to contain 10 bioactive compounds, and through website searches, 8 compounds were identified with the highest probability values, including kaempferol-3-glucoside (0.960), quercetin-3 rhamnoside-L-arabino (0.986), furanoside (0.966), astragalin (0.978), rutin (0.993), quercetin (0.970), fredelin (0.851), and kaempferol (0.890). The results of this study indicate that the bioactive compounds in cocor bebek leaves can protect and treat burns.

Key words:

Kalanchoe pinnata, bioactive compounds, burn medicine, traditional medicine, biocomputing.

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Kalanchoe pinnata termasuk dalam famili *Crassulaceae* dengan nama famousnya di indonesia adalah tanaman cocor bebek yang merupakan tanaman herba yang dapat tumbuh sepanjang tahun dan tersebar luas di semua daerah tropis dengan berbagai spesies yang memiliki variasi struktural dan botani. Meskipun populer sebagai tanaman hias, cocor bebek juga dimanfaatkan dalam pengobatan herbal tradisional sejak lama, akan tetapi belum banyak yang menyadari bahwa daun cocor bebek mempunyai kemampuan untuk menyembuhkan luka bakar (Geolnytha, 2010). Daun cocor bebek termasuk tanaman sukulen (mengandung air) yang memiliki aktivitas farmakologi seperti antioksidan, anti inflamasi, antivirus, anti infeksi dan anti radikal bebas. Daun *Kalanchoe pinnata* mengandung kelompok bahan kimia yang aktif secara biologis yang disebut "bufadienolides" yaitu kaempferol-3- glukosida, quercetin-3-O-diarnoside, quercetin-3 Lrhamonsido-L-arabino furanoside, astragalin, rutin, quercetin, kaempferol, dan friedelin (D. Gor, P.S. Patel. 2014).

Penggunaan tanaman obat herbal tradisional merupakan warisan nenek moyang yang digunakan berabad-abad lamanya, hal ini dikarenakan sifatnya yang efektif dan kuratif untuk penyakit kronis dengan toksisitas yang lebih rendah (Munaeni Waode et al, 2022). Salah satunya yaitu masyarakat Suku Dayak Banyadu yang diketahui masih memanfaatkan tumbuhan sebagai obat herbal tradisional yaitu dengan mewarisi pengetahuan tanaman cocor bebek pada daunnya sebagai obat herbal tradisional yang dapat menyembuhkan luka bakar pada kulit (infeksi kulit). Penggunaan *Kalanchoe pinnata* dengan cara dicuci terlebih dahulu sampai bersih kemudian ditumbuk, lalu dioleskan pada permukaan kulit yang terkena infeksi (Lovadi, et al, 2021). Penggunaan obat tradisional yang berasal dari bahan tanaman memiliki efek negatif yang lebih rendah dibandingkan dengan obat-obatan yang berbahan dasar kimia, alasan yang mendasari pemanfaatan bahan alam adalah tanaman obat yang digunakan secara tepat, tidak atau kurang menimbulkan efek negatif dibandingkan dengan obat-obatan kimia (Mutiah, 2016).

Luka bakar pada dasarnya merupakan fenomena pemindahan panas, Meskipun sumber panasnya dapat bervariasi. Akibat akhir yang ditimbulkan berupa kerusakan jaringan kulit, bahkan pada keadaan cedera multisistemik dapat menyebabkan gangguan yang serius pada paru, ginjal dan hati. Efek sistemik dan mortalitas yang disebabkan karena luka bakar sangat ditentukan oleh luas dan dalamnya kulit yang terkena luka (Suwiti, 2010). Paparan panas ini dapat menimbulkan luka yang melepuh (antibiotik), terasa sakit atau nyeri (anti inflamasi), bengkak, hingga kulit tampak hangus dan mengelupas (Shpichka A, et al 2019). Jika tidak segera ditangani, luka bakar bisa terkena infeksi antibakteri dan antivirus (Branski LK, et al 2018). Luka bakar dapat diklasifikasikan menjadi “ketebalan parsial” dan “ketebalan penuh”. Jika kerusakan hanya terbatas pada epidermis dan bagian luar dermis (luka bakar dengan ketebalan parsial superfisial), dengan sebagian besar struktur pelengkap tetap utuh, pemulihan akan cepat (10-14 hari) dan risiko jaringan parut rendah (Lee KC, et al 2014). Sebaliknya, jika luka bakar meluas ke lapisan dermis yang lebih dalam, dengan kerusakan pelengkap yang lebih besar, epitel akan membutuhkan waktu lebih lama untuk beregenerasi (3-6 minggu) dan kemungkinan besar akan timbul jaringan parut hipertrofik (Tolles J, 2018). Luka bakar dengan ketebalan penuh melibatkan penghancuran seluruh lapisan kulit dan biasanya memerlukan intervensi bedah untuk memastikan penyembuhan luka yang tepat (Ja G-E, et al 2020, Vivo C, 2016, Evers LH, 2010, Deitch EA, et al 1983).

Prinsip penanganan dan penyembuhan luka bakar antara lain mencegah infeksi sekunder, memacu pembentukan jaringan kolagen dan mengupayakan agar sisa-sisa epitel dapat berkembang sehingga dapat menutup permukaan luka. Proses penyembuhan luka bakar dapat dibagi menjadi tiga fase, yaitu fase inflamasi, proliferasi, dan maturasi. Fase inflamasi berlangsung sejak terjadinya luka bakar sampai hari ketujuh, fase proliferasi berlangsung dari akhir fase inflamasi sampai kira-kira akhir minggu ketiga dan fase maturasi dapat berlangsung berbulan-bulan kemudian dan dinyatakan berakhir jika semua tanda radang sudah lenyap (Sjamsuhidajat dan Jong, 1997). Namun, mekanisme aktivitas kerja dalam mengungkapkan potensi senyawa kimia *Kalanchoe pinnata* sebagai obat herbal tradisional belum terungkap secara detail dan rinci, informasi ilmiah dari hasil penelitian ini diharapkan mampu menambah wawasan dan dasar penelitian berikutnya tentang pengembangan potensi tanaman lokal untuk obat herbal tradisional.

METODE

Penelitian ini termasuk penelitian deskripsi eksploratif yang bertujuan untuk mengungkap potensi senyawa bioaktif pada daun cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*) sebagai obat luka bakar secara biokomputasi. Data senyawa bioaktif yang didapat diperoleh melalui artikel terdahulu. Kemudian identitas setiap senyawa yang didapat ditelusuri melalui website

(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>) Pubchem dan (<https://www.way2drug.com/passonline/>) Pass Online way2drug. Pada website Pubchem didapatkan nomor id compounds dan canonical smiles, selanjutnya menyalin canonical smiles pada website Pass Online way2drug untuk mendapatkan nomor Pa dan aktivitas senyawa. selanjutnya memilih target senyawa bioaktif cocor bebek dengan nilai probability activity (Pa) > 0,7 yang dikaitkan dengan fungsi daun cocor bebek sebagai obat luka bakar tradisional. Selanjutnya dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Aktivitas Farmakologis Senyawa Cocor Bebek Berdasarkan Nilai Pa

No.	Senyawa	Id Compounds	Pa	Aktivitas Senyawa
1.	Kaempferol-3- glukosida	5282102	0,717	Antifungal (menghambat pertumbuhan dan reproduksi jamur)
			0,748	AntiInflammatory (menghambat respon inflamasi tubuh)
			0,765	Antinfective (membantu membunuh bakteri dan mikroorganisme patogen lainnya.)
			0,769	Antidote (menetralkan mengurangi efek berbahaya dari infeksi)
			0,820	Manganeseperoxidase inhibitor (proses degradasi senyawa organik oleh jamur)
			0,871	Antihemorrhagic (mengontrol perdarahan)
			0,907	Antioksidan (melindungi sel-sel kulit dari kerusakan oksidatif)
			0,949	NADPH oxidase inhibitor (membantu mengurangi kerusakan sel-sel kulit dan membantu sel-sel kulit untuk pulih lebihcepat)
			0,960	Lipid peroxida seinhbitor (menghambat oksidasi lipid atau lemak pada membran sel yang dapat merusak sel dan jaringan)
2.	Quercetin-3 Rhamnoside-L-arabino	5280459	0,719	Peroxidase inhibitor (mencegah oksidasi berlebihan dan kerusakan sel yang tidak diinginkan)
			0,721	Histaminereleasestimulant (merangsang respon peradangan yang menyebabkan pembekakan).
			0,724	Reduction (mengurangi dan menetralkan senyawa oksidatif)
			0,751	Cytostatic (mencegah terbentuknya jaringan parut yang berlebihan)

			0,754	AntiInflammatory (menghambat respon inflamasi tubuh)
			0,796	Xenobiotic-transporting ATPase inhibitor (transportasi senyawa asing keluar dari sel)
			0,802	Skin whitener (mencerahkan kulit dan atau memutihkan kulit dengan mengurangi produksi melanin).
			0,888	Antihemorrhagic (menghentikan dan mengurangi luka bakar)
			0,915	Antioksidan (melindungi sel-sel kulit dari kerusakan oksidatif)
			0,947	NADPHoxidase inhibitor (membantu mengurangi kerusakan sel-sel kulit dan membantu sel-sel kulit untuk pulih lebih cepat)
			0,962	Lipid peroxidase inhibitor (menghambat oksidasi lipid atau lemak pada membran sel yang dapat merusak sel dan jaringan)
			0,974	Free radical scavenger (melindungi sel-sel dari kerusakan lebih lanjut)
3.	Furano side	10083297	0,801	Benzoate-CoA ligase inhibitor (menghambat enzim yang terlibat dalam proses metabolisme asam benzoat)
			0,880	CDP-glycerol glycerophosphotransferase inhibitor (pembentukan membran sel baru)
			0,890	Mannotetraose 2-alpha-N- acetyl glucosaminyl transferase inhibitor (mencegah komplikasi atau abnormalitas luka)
			0,966	Chemosensitizer (meningkatkan efektivitas antibiotik)
4.	Astragaloside	5282102	0,751	Xanthine oxidase inhibitor (menurunkan kerusakan oksidatif jaringan yang terluka)
			0,820	Melanase peroxidase inhibitor (melindungi jaringan yang sehat disekitar jaringan yang luka dari kerusakan oksidatif lebih lanjut)
			0,917	Histamine release stimulant (meningkatkan aliran darah ke area luka dan

				membawa lebih banyak oksigen dan nutrisi).
			0,939	CDP-glycerol glycerophosphotransferase inhibitor (pembentukan membran sel baru)
			0,949	NADPH oxidase inhibitor membantu mengurangi kerusakan sel-sel kulit dan membantu sel-sel kulit untuk pulih lebih cepat)
			0,969	Free radical scavenger (melindungi sel-sel dari kerusakan lebih lanjut)
5.	Rutin	0280805	0,728	Anti-inflammatory (mengurangi peradangan)
			0,784	Antifungal (melawan infeksi jamur)
			0,907	Anti-Protozoa (Melawan protozoa, khususnya Leishmania)
			0,984	Agonis integritas membran (meningkatkan ketahanan membran sel)
			0,988	Anti-radikal bebas (Antioksidan, menetralkan radikal bebas)
			0,990	Penghambat permeabilitas membran (Menghambat kemampuan zat untuk melewati membran sel)
6.	Quercetin	5280343	0,751	Pelindung mukosa membran (Dapat membantu mempercepat penyembuhan luka pada mukosa)
			0,771	Hemostatic (Membantu pembekuan darah)
			0,811	Anti radikal bebas (Membantu mencegah stres oksidatif dan kerusakan sel)
			0,835	Antiseborik (menghilangkan flak pada kulit)
			0,950	Penghambat permeabilitas membran (Dapat membantu melindungi sel dari masuknya zat berbahaya)
7.	Friedelin	91472	0,775	Antipruritik (Mengurangi atau menghilangkan rasa gatal)

			0,777	AntiInflammatory (Mengurangi peradangan atau inflamasi)
			0.793	Dermatologis (Dapat meliputi perlindungan, penyembuhan, atau perawatan kulit)
			0,829	Pelindung mukomembran (Dapat membantu mempercepat penyembuhan luka pada mukosa)
			0,851	Antieczematic(mengatasiperadangan)
8.	Kaempferol	21722030	0,735	AntiInflammatory (Mengurangi peradangan atau inflamasi)
			0,791	Antifungal (Melawan atau menghambat pertumbuhan jamur)
			0,829	AntiInfeksi (Mencegah atau melawan Berbagai jenis infeksi)
			0,842	Antihemoragik (Membantu proses pembekuan darah)
			0,851	Kemopreventif (menghambat infeksi dan inflamasi)

Dari hasil telusur pustaka diperoleh 8 senyawa yang terdapat pada tanaman cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*) antara lain meliputi kaempferol-3-glukosida, Quercetin-3 Rhamnoside-L-arabino, furanoside, astragalin, rutin, quercetin, fredelin, dan kaempferol. Melalui website Pubchem diperoleh id senyawa kaempferol-3-glukosida memiliki id senyawa 5282102, Quercetin-3 Rhamnoside-L-arabino memiliki id senyawa 5280459, furanoside memiliki id senyawa 10083297, astragalin memiliki id senyawa 5282102, rutin memiliki id senyawa 0280805, quercetin memiliki id senyawa 5280343, fredelin memiliki id senyawa 91472, dan kaempferol memiliki id senyawa 21722030. Dari id senyawa yang diperoleh didapatkan canonical smile dan disalin pada website *why2drug* untuk mendapatkan aktivitas senyawa dengan ketentuan $P_a > 0,7$, selanjutnya mencari senyawa yang berpotensi dapat menyembuhkan luka.

Kaempferol-3-glukosida memiliki potensi sebagai Antifungal dengan P_a (0,717) yang berperan untuk menghambat pertumbuhan dan reproduksi jamur, Anti Inflammatory dengan P_a (0,748) yang berperan menghambat respon inflamasi tubuh, Anti Infective dengan P_a (0,765) yang berperan untuk membantu membunuh bakteri dan mikroorganisme patogen lainnya, Antidote dengan P_a (0,769) yang berperan untuk menetralkan dan mengurangi efek berbahaya dari infeksi, Manganese peroxidase inhibitor dengan P_a (0,820) yang berperan untuk proses degradasi senyawa organik oleh jamur, Antihemorrhagic dengan P_a (0,871) yang berperan mengontrol perdarahan, Antioksidan dengan P_a (0,907) yang berperan melindungi sel-sel kulit dari kerusakan oksidatif, NADP oxidase inhibitor dengan P_a (0,949) yang berperan membantu

mengurangi kerusakan sel-sel kulit dan membantu sel-sel kulit untuk pulih lebih cepat, Lipid Peroxidase inhibitor dengan Pa (0,960) yang berperan menghambat oksidasi lipid atau lemak pada membran sel yang dapat merusak sel dan jaringan. Kaempferol-3-glukosida adalah senyawa flavonoid, sekelompok senyawa yang menunjukkan aktivitas antimikroba dan farmakologis seperti efek antioksidan, analgesik dan anti-inflamasi (Kueh V, 2007 dan Tamokou JD, 2009). Flavonoid telah menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat melalui mekanisme seperti pembentukan kompleks dengan protein ekstraseluler dan dinding sel bakteri, sehingga menghambat pertumbuhan mikroba (Cushnie TPT, 2005, Özçelik B, 2008, dan Mutalib AA, 2013).

Quercetin-3 Rhamnoside-L-arabino memiliki potensi sebagai Peroxidase inhibitor dengan Pa (0,719) yang berperan untuk mencegah oksidasi berlebihan dan kerusakan sel yang tidak diinginkan, Histamin release stimulant dengan Pa (0,721) yang berperan untuk merangsang respons peradangan yang menyebabkan peradangan yang menyebabkan pembekakan, Reduction dengan Pa (0,724) yang berperan mengurangi dan menetralkan senyawa oksidatif, Cytostatic dengan Pa (0,751) yang berperan untuk mencegah terbentuknya jaringan parut yang berlebihan, Anti Inflammatory dengan Pa (0,754) yang berperan untuk menghambat respon inflamasi tubuh, Xenobiotic-transporting ATPase inhibitor dengan Pa (0,796) yang berperan untuk transportasi senyawa asing keluar dari sel, Skin Whitener dengan Pa (0,802) yang berperan untuk mencerahkan kulit dan atau memutihkan kulit dengan mengurangi produksi melanin, Antihemorrhagic dengan Pa (0,888) yang berperan untuk menghentikan dan mengurangi luka, Antioksidan dengan Pa (0,915) yang berperan untuk melindungi sel-sel kulit dari kerusakan, NADPH oxidase inhibitor dengan Pa (0,947) yang berperan membantu mengurangi kerusakan sel-sel kulit dan membantu sel-sel kulit untuk pulih lebih cepat, Lipid peroxidase inhibitor dengan Pa (0,962) yang berperan menghambat oksidasi lipid atau lemak pada membran sel yang dapat merusak sel dan jaringan, Free radical scavenger dengan Pa (0,974) yang berperan untuk melindungi sel-sel dari kerusakan yang lebih lanjut.

Furanoside memiliki potensi sebagai Benzoate-CoA ligase inhibitor dengan Pa (0,801) yang berperan untuk menghambat enzim yang terlibat dalam proses metabolisme asam benzoat, CDP-glycerol glycerophosphotransferase inhibitor dengan Pa (0,880) yang berperan untuk pembentukan membran sel baru, Mannotetraose 2-alpha-N-acetylglucosaminyl transferase inhibitor dengan Pa (0,890) yang berperan untuk mencegah komplikasi atau abnormalitas luka, Chemosensitizer dengan Pa (0,966) yang berperan untuk meningkatkan efektivitas antibiotik.

Astragalin memiliki potensi sebagai Xanthine oxidase inhibitor dengan Pa (0,751) yang berperan untuk menurunkan kerusakan oksidatif jaringan yang terluka, Meganase peroxidase inhibitor dengan Pa (0, 820) yang berperan untuk melindungi jaringan yang sehat di sekitar jaringan yang luka dari kerusakan oksidatif lebih lanjut, Histamine release stimulant dengan Pa (0,917) yang berperan untuk meningkatkan aliran darah ke area luka dan membawa lebih banyak oksigen dan nutrisi, CDP-glycerol glycerol phosphotransferase inhibitor dengan Pa (0,939) yang berperan untuk pembentukan membran sel baru, NADPH oxidase inhibitor dengan Pa (0,949) yang berperan untuk membantu mengurangi kerusakan sel-sel kulit dan membantu sel-sel kulit untuk pulih lebih cepat, Free radical scavenger dengan Pa (0,969) yang berperan untuk melindungi sel-sel dari kerusakan lebih lanjut.

Rutin memiliki potensi sebagai Anti Inflammatory dengan Pa (0,728) yang berperan untuk mengurangi peradangan, Antifungal dengan Pa (0,784) yang berperan untuk melawan infeksi jamur, Anti Protozoa dengan Pa (0,907) yang berperan untuk melawan protozoa

hususnya Leishmania, Agonis integritas membran dengan Pa (0,984) yang berperan untuk meningkatkan keutuhan membran sel, Anti radikal bebas dengan Pa (0,988) yang berperan untuk menetralkan radikal bebas, Penghambat permeabilitas membran dengan Pa (0,990) yang berperan untuk menghambat kemampuan zat untuk melewati membran sel.

Quercetin memiliki potensi sebagai pelindung mukomembran dengan Pa (0,751) yang berperan untuk membantu mempercepat penyembuhan luka pada mukosa, Hemostatic dengan Pa (0,771) yang berperan untuk membantu pembekuan darah, Anti radikal bebas dengan Pa (0,811) yang berperan untuk membantu mencegah stres oksidatif dan kerusakan sel, Antiseboroik dengan Pa (0,835) yang berperan untuk menghilangkan plak pada kulit, Penghambat permeabilitas membran dengan Pa (0,950) yang berperan untuk membantu melindungi sel dari masuknya zat berbahaya. senyawa quersetin mempunyai efek anti-inflamasi dengan cara menghambat enzim cyclooxygenase (COX) yang menginduksi pembentukan prostaglandin sebagai mediator inflamasi, serta meningkatkan pembentukan kolagen dan kelenjar subbasea (Zukhrufillah et al 2012).

Friedelin memiliki potensi sebagai Antipruritik dengan Pa (0,775) yang berperan untuk mengurangi atau menghilangkan rasa gatal, Anti Inflammatory dengan Pa (0,777) yang berperan untuk mengurangi peradangan atau inflamasi, Dermatologis dengan Pa (0,973) yang berperan untuk perlindungan, penyembuhan, atau perawatan kulit, Pelindung mukomembran dengan Pa (0,829) yang berperan membantu mempercepat penyembuhan luka pada mukosa, Antieczematic dengan Pa (0,851) yang berperan untuk mengatasi peradangan. Kaempferol memiliki potensi sebagai Anti Inflammatory dengan Pa (0,735) yang berperan untuk mengurangi peradangan atau

inflamasi, Antifungal dengan Pa (0,791) yang berperan untuk melawan atau menghambat pertumbuhan jamur, Anti Infeksi dengan Pa (0,829) yang berperan untuk mencegah atau melawan berbagai jenis infeksi, Antihemoragik dengan Pa (0,842) yang berperan untuk membantu proses pembekuan darah, Kemopreventif dengan Pa (0,851) yang berperan untuk menghambat infeksi dan inflamasi.

SIMPULAN

Berdasarkan informasi yang terdapat dalam artikel tersebut, dapat disimpulkan bahwa daun cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*) memiliki potensi sebagai obat luka bakar tradisional. Senyawa bioaktif yang terdapat dalam daun cocor bebek, seperti kaempferol-3-glukosida, memiliki beragam aktivitas farmakologi yang bermanfaat dalam proses penyembuhan luka, seperti antifungal, anti-inflammatory, anti-infective, antidote, manganese peroxidase inhibitor, antihemorrhagic, dan antioksidan. Masyarakat Suku Dayak Banyadu telah lama memanfaatkan tanaman ini sebagai obat herbal tradisional untuk menyembuhkan luka bakar pada kulit. Penggunaan obat herbal tradisional seperti *Kalanchoe pinnata* dianggap aman dalam penggunaan jangka panjang, dengan potensi dampak negatif yang lebih rendah dibandingkan dengan obat kimia. Proses penyembuhan luka bakar melibatkan fase inflamasi, proliferasi, dan maturasi, yang memerlukan peran senyawa bioaktif untuk mempercepat proses penyembuhan dan mengurangi risiko jaringan parut. Dengan demikian, penelitian ini memberikan wawasan tentang potensi pengembangan tanaman lokal sebagai obat herbal tradisional untuk penyembuhan luka bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Branski LK, Herndon DN, Barrow RE 1-Sejarah Singkat Manajemen Perawatan Luka Bakar Akut. Dalam: Herndon DN, editor. Total Burn Care. Edisi ke-4. Elsevier; Amsterdam, Belanda: 2018
- Cushine TPT, Lamb AJ. Antimicrobial activity of flavanoids. *Int J Antimicrob Agents*. 2005;26:343-56.
- D. Gor, P.S. Patel. (2014). *WORLD JOURNAL OF PHARMACY AND PHARMACEUTICAL SCIENCES* eolnytha, Y. (2010). Identifikasi dan produksi bunga pot kalanchoe [*Kalanchoe blossfeldiana*] di PT. Saung Mirwan Megamendung, Bogor. Ja G.-E., Vb A.-A., Eh O.-V., García-Manzano R., Barker Antonio A., Aron J., García-Espinoza J. Luka bakar: Definisi, Klasifikasi, Patofisiologi dan Pendekatan Awal. *Int. J. Jenderal Med*. Tahun 2020; 5 :2327–5146. doi: 10.4172/2327-5146.1000298.
- Kuete V, Nguemaving JR, Penlap Beng V. Antimicrobial activity of methanolic extracts and compounds from *Vismia laurentii* De Wild (*Guttiferae*). 2007;109:372-9.
- Lee KC, Joory K., Moiemien NS Riwayat Luka Bakar: Masa Lalu, Sekarang, dan Masa Depan. *Burn. Trauma*. 2014; 2 :2321–3868.143620. doi: 10.4103/2321-3868.143620.
- Lovadi, I., Budi Handoko, Y., Handayani, N. W., Setyaningsih, D., & Setiawan, I. (2021). Survey etnobotani tumbuhan obat pada masyarakat Dayak Salako di sekitar cagar alam Raya Pasi Provinsi Kalimantan Barat. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9.
- Munaeni Waode, et al. (2022). *EBOOK-Perkembangan Dan Manfaat Obat Herbal Sebagai Fitoterapi*, 978-623-5603-81-0 ,CV. Tohar Media.
- Mutalib AA, Ashwell RN, Kannan RRR, Van Johannes S (2013) Antimicrobial and selected in vitro enzyme inhibitory effects of leaf extracts, flavonols and indole alkaloids isolated from *Croton menyharthii*. *Molecules* 18:12633–12644
- Mutiah, R., & Hayati, E. K. (2016). Pemberdayaan dan pemahaman masyarakat terhadap tanaman obat keluarga di Masjid Nurul Khasanah Dusun Sumbermulyo Desa Madiredo Kecamatan Pujon Kabupaten Malang.
- Özçelik B, Deliorman Orhan D, Özgen S, Ergun F. Antimicrobial activity of flavonoids against extended-spectrum β -lactamase (ES β L)-producing *Klebsiella pneumoniae*. *Trop J Pharm Res*. 2008;7(4):1151-7.
- Shpichka A., Butnaru D., Bezrukov EA, Sukhanov RB, Atala A., Burdukovskii V., Zhang Y., Timashev P. Regenerasi Jaringan Kulit untuk Luka Bakar. *Stem Cell Res. Ther*. 2019; 10 :94. doi: 10.1186/s13287-019-1203-3.
- Sjamsuhidajat, R., & De Jong, W. (1997). Buku ajar bedah. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Suwiti, N. K. (2010). DETEKSI HISTOLOGI KESEMBUHAN LUKA PADA KULIT PASCA PEMBERIAN DAUN MENGKUDU (*Morinda Citrifolia* Linn)(The Histological Detection of Skin Wound after Treatment With Mengkudu Leaves (*Morinda citrifolia* Linn.). *Buletin Veteriner Udayana* Vol, 2(1), 1-9.
- Tamokou JD, Tala FM, Wabo KH, Kuate JR, Tane P. Antimicrobial activities of methanol extract and compounds from stem bark of *Vismia rubescens*. *J Enthopharmacol*. 2009; 124:571-5. 50. Njock GB, Bartholomeusz TA, Forozandeh M, Penyemb DE, Christen P, Jeannerat D. NASCA-HMBC, a new NMR methodology for the resolution of severely overlapping signals : Application to the study of agathisflavone, *Phytochem Anal*. 2012;23:126-30.
- Tolles J. Manajemen Departemen Gawat Darurat Pasien dengan Luka Bakar Termal. *Emerg. Med. Pract*. 2018; 20 :1–24.
- Vivó C., Galeiras R., del Cas MDP Evaluasi Awal dan Penatalaksanaan Pasien Luka Bakar Kritis. *Med. Intensif*. 2016; 40 :49–59. doi: 10.1016/j.medin.2015.11.010.
- Zukhrullah, M., & Aswad, M. Kajian beberapa senyawa antiinflamasi: docking terhadap siklooksigenase-2 secara in silico. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 2012; 16

Mengungkap Potensi Senyawa Bioaktif Air Kelapa (*Cocos nucifera*) Sebagai Obat Detoksifikasi Racun Merkuri

Baharudin Juni Hermawan, Regina Pingkan Setiadji, Aida Rohmatul Hidayah, Agus Muji Santoso*

Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: agusmujisantoso@gmail.com

ABSTRACT

*This study aims to reveal the potential of compounds found in coconut water (*Cocos nucifera*) as detoxifying agents against mercury toxicity. The method used was a descriptive-explorative study with the collection and identification of chemical compound data from the literature. The types of active compounds present in *Cocos nucifera* were compiled through literature review. Compound IDs, canonical SMILES, biological activities, and P_a values were analyzed *in silico* using web servers (PubChem and Way2Drug) with a P_a threshold of > 0.7 to predict potential biological activities.*

*Based on the literature search, three active chemical compounds were identified in *Cocos nucifera*: valine, tyrosine, and methionine. Valine showed activity as a superoxide dismutase inhibitor (inhibiting oxidative damage) (0.893), a glutamate uptake inhibitor (inhibiting glutamate absorption) (0.854), and a serine-pyruvate transaminase inhibitor (preventing liver damage caused by mercury exposure) (0.833). Tyrosine exhibited activity as a diiodophenylpyruvate reductase inhibitor (preventing the conversion of mercury into toxic forms) (0.928), an FMO3 substrate (producing antioxidants) (0.824), and a muramoyltetrapeptide carboxypeptidase inhibitor (inhibiting mercury entry into cells) (0.799). Finally, methionine showed activity as a pro-opiomelanocortin converting enzyme inhibitor (preventing nerve damage) (0.738), a CYP2H substrate (regulating xenobiotic substrates) (0.717), and a flavin-containing monooxygenase substrate (involved in xenobiotic metabolism) (0.787).*

These three compounds have diverse targets in the human body. The results indicate that all three compounds have high P_a scores and various potential activities, particularly in inhibiting enzymes associated with mercury poisoning. This study is expected to contribute to scientific knowledge and serve as a foundation for further research on the development of local plant-based treatments for mercury detoxification.

Key words:

Cocos nucifera, bioaktif, Merkuri.

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Penggunaan merkuri di zaman sekarang sering di berbagai bidang, baik industri listrik maupun elektronik. Selain itu, penggunaan merkuri juga dimanfaatkan di bidang pestisida dan kosmetik. Dengan adanya banyak penggunaan merkuri, masyarakat harus berhati hati dan bijak dalam pemakaiannya (Hadi, M. C. (2013). Dikarenakan jika terpapar dalam kadar yang cukup lama dan tinggi hingga masuk ke dalam tubuh dapat mengakibatkan keracunan hingga kematian. maka dari itu, perlu adanya penelitian media detoksifikasi keracunan merkuri salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai media detoksifikasi merkuri adalah air kelapa (*Cocos nucifera*).

Cocos nucifera termasuk family *arecaceae* merupakan tanaman yang dapat tumbuh di wilayah tropis dan subtropis diseluruh belahan dunia di pesisir pantai maupun daerah dataran. *Cocos nucifera* merupakan tanaman yang mempunyai berbagai aktivitas farmokologi seperti untuk penurun hipertensi, penurun dismenore, peningkat kadar Hb dalam darah (Venugopal, A., & Joseph, D. 2017). Pengobatan detoksifikasi keracunan merkuri cukup mahal dan sulit dijangkau dan perlu adanya keberlanjutan hingga benar benar pulih. maka dari itu, perlu adanya pengobatan keracunan merkuri skala lokal yang ekonomis dan alamiah.

Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa *C. nucifera* L. secara efektif dapat mengurangi tingkat keparahan logam, terutama Cd dan Hg, dalam darah *Rattus norvegicus* (Rahmawati et al, 2020). Penelitian serupa juga dilaporkan oleh Mustika et al (2023) bahwa Pemberian air kelapa hijau pada tikus percobaan membantu mengurangi efek kerusakan sperma akibat paparan Cd dan Hg. Adanya penelitian lain bahwa kombinasi ekstrak daun padi dan air kelapa dapat mengurangi aktivitas oksidan dan meningkatkan morfologi dan fungsi sel ginjal setelah paparan merkuri (Santosa et al, 2023). Namun, mekanisme aktivitas kerja dalam mengungkapkan potensi senyawa kimia *Cocos nucifera* sebagai obat detoksifikasi keracunan merkuri belum terungkap secara detail dan rinci.

Oleh karena itu, penelitian ini akan mengungkap potensi senyawa kimia *Cocos nucifera* sebagai obat detoksifikasi keracunan merkuri serta informasi ilmiah dari hasil penelitian ini diharapkan mampu menambah wawasan dan dasar penelitian berikutnya tentang pengembangan potensi tanaman lokal untuk obat merkuri.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan April hingga Juli tahun 2024 di Kampus 1 Universitas Nusantara PGRI Kediri. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif eksploratif yang bertujuan untuk mengungkap senyawa kimia *Cocos nurifera* sebagai obat detoksifikasi racun merkuri. Data berbagai jenis senyawa kimia *Cocos nucifera* di telusur pustaka dari penelitian sebelumnya. Kemudian ID senyawa dan canonical smiles diperoleh dari PubChem. Canonical smiles yang diperoleh dari PubChem dimasukkan ke Way2Durg untuk memperoleh $Pa > 0,7$ dan aktivitas senyawa. Data tentang berbagai jenis senyawa kimia *Cocos nucifera* skor potensi aktivitas dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telusur pustaka, ada 3 senyawa aktif utama yang terdapat pada *Cocos nucifera* yaitu valine, tyrosine dan methionine. Berdasarkan eksplorasi database PubChem, senyawa valine yang digunakan memiliki nomor identitas 6287, tyrosine memiliki nomor

identitas 6057, dan methionine memiliki nomor identitas 6137. Analisis potensi senyawa menggunakan Way2Durg dan mengambil skor Pa >0,7.

Tabel 1. Senyawa yang ditemukan pada Cocos nucifera

No	Nama Senyawa	ID Senyawa	Pa	Activity
1	Valine	6287	0,893	Superoxide dismutase inhibitor (penghambat kerusakan oksidatif)
			0,854	Glutamate uptake inhibitor (penghambat penyerapan glutamat)
			0,833	Serine-pyruvate transaminase inhibitor (penghambat kerusakan hati paparan merkuri).
2	Tyrosine	6057	0,824	FMO3 substrate (penghasil antioksidan)
			0,799	Muramoyltetrapeptide carboxypeptidase inhibitor (penghambat masuknya merkuri kedalam sel)
			0,750	Leucolysin inhibitor (penghambat penguraian merkuri ke bentuk lebih toksik)
			0,762	5 Hydroxytryptamine release stimulant (pengatur enzim yang terpengaruh merkuri)
			0,742	Pitrilysin inhibitor (penghambat penghancuran protein kontaminan)
			0,735	Kidney function stimulant (pengoptimal fungsi ginjal)
			0,735	Macrophage colony stimulating factor agonist (peningkat aktivitas macrophage)
			0,724	Methylumbelliferyl-acetate deacetylase inhibitor (pengukur aktivitas enzim deacetylase)
			0,720	Glycopeptide alpha-N-acetylgalactosaminidase inhibitor (penghambat aktivitas enzim GAL)
			0,738	Pro-opiomelanocortin converting enzyme inhibitor (penghambat kerusakan syaraf)
3	Methionine	6137	0,717	CYP2H substrate (pengatur substrak xenobotik)
			0,787	Flavin-containing monooxygenase substrate (metabolisme xenobotik)
			0,785	Sulfur reductase inhibitor (penghambat pengurai sulfur)
			0,781	Glucan endo-1,3-beta-D-glucosidase inhibitor (menghambat pemecahan beta glukon)
			0,774	Cystathionine beta-lyase inhibitor (penghambat pembentukan cysteine)
			0,751	Serine 3-dehydrogenase inhibitor (penghambat serin)
			0,716	O-acetylhomoserine aminocarboxypropyltransferase inhibitor (peningkatan methionine tubuh)
			0,716	S-formylglutathione hydrolase inhibitor (pengubah S-formylglutathione menjadi glutation dan formiat)
			0,711	Glutamine-tRNA ligase inhibitor (Peningkat produksi glutathion)
			0,701	Protein-S-isoprenylcysteine O-methyltransferase inhibitor (pengekrimetilasi residu cystein)

Diperoleh sejumlah potensi senyawa valine dapat berpotensi sebagai Superoxide dismutase (SOD) Inhibitor atau penghambat kerusakan oksidatif bernilai PA 0,893 (Younus, 2018). Sebagai Glutamate uptake inhibitor atau penghambat penyerapan glutamat bernilai PA 0,854 (Whitelaw & Robinson, 2013). Maupun sebagai Serine-pyruvate transaminase inhibitor atau penghambat kerusakan hati paparan merkuri bernilai PA 0,833 (Clausen *et al*, 1997).

Senyawa Tyrosine berpotensi sebagai FMO3 substrate atau penghasil antioksidan bernilai PA 0,824 (Cashman *et al*, 2000). Sebagai Muramoyltetrapeptide carboxypeptidase inhibitor atau penghambat masuknya merkuri kedalam sel bernilai PA 0,799 (Baum *et al*, 2005). Sebagai Leucolysin inhibitor atau penghambat penguraian merkuri ke bentuk lebih toksik bernilai PA 0,750 (Surmiak E *et al*, 2021). Sebagai 5 Hydroxytryptamine release stimulant atau pengatur enzim yang terpengaruh merkuri bernilai PA 0,762 (Pithadia & Jain, 2009). Sebagai Pitrilysin inhibitor atau penghambat penghancuran protein kontaminan bernilai PA 0,742 (Bozkurt *et al*, 2022). Sebagai Kidney function stimulant atau pengoptimal fungsi ginjal bernilai PA 0,735 (Choi *et al*, 2015). Sebagai Macrophage colony stimulating factor agonist atau peningkat aktivitas macrophage bernilai PA 0,735 (Kumar, 2022). Sebagai Methylumbelliferyl-acetate deacetylase inhibitor atau pengukur aktivitas enzim deacetylase bernilai PA 0,724 (Kumar, R, (2024), Sebagai Glycopeptide alpha-N-acetylgalactosaminidase inhibitor atau penghambat aktivitas enzim GAL bernilai PA 0,720 (Clark & Garman, 2009). Sebagai Pro-opiomelanocortin converting enzyme inhibitor atau penghambat kerusakan syaraf bernilai PA 0,738 (Loh YP, (1988), maupun sebagai CYP2H substrate atau pengatur substrak xenobotik bernilai PA 0,717 (Oleksiak, M *et al* .(2000).

Senyawa methionine berpotensi sebagai Flavin-containing monooxygenase substrate atau metabolisme xenobotik bernilai PA 0,787 (Cashman, 1995). Sebagai Sulfur reductase inhibitor atau penghambat pengurai sulfur bernilai PA 0,785 (Veith *et al*, 2011). Sebagai Glucan endo-1,3-beta-D-glucosidase inhibitor atau menghambat pemecahan beta glukukan bernilai PA 0,781 (Onishi *et al*, 2000). Sebagai Cystathionine beta-lyase inhibitor atau penghambat pembentukan cysteine bernilai PA 0,774 (Clausen *et al*, 1997). Sebagai Serine 3-dehydrogenase inhibitor atau penghambat serin bernilai PA 0,751 (Slaughter & Davies, 1968). Sebagai O-acetylhomoserine aminocarboxypropyltransferase inhibitor atau peningkat methionine tubuh bernilai PA 0,716 (Emu, S. (2022), Sebagai S-formylglutathione hydrolase inhibitor atau pengubah S-formylglutathione menjadi glutathion dan formiat Bernilai PA 0,716 (Xu & Sun, 2017). Sebagai Glutamine-tRNA ligase inhibitor atau Peningkat produksi glutathion bernilai PA 0,711 (Perona, (2013). Sebagai Protein-S-isoprenylcysteine O-methyltransferase inhibitor atau pengekrimetilasi residu cystein bernilai PA 0,701 (Emu, S. (2022)

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Cocos nucifera* berpotensi sebagai detoksifikasi racun merkuri karena memiliki tiga senyawa aktif yaitu valine, tyrosine dan methionine. Ketiga senyawa tersebut memiliki target yang beragam ketika berada didalam tubuh. Berdasarkan pada studi literature ketiga senyawa dominan tersebut berpotensi untuk dikembangkan sebagai detoksifikasi racun merkuri.

DAFTAR RUJUKAN

- Baum, E. Z., Crespo-Carbone, S. M., Foleno, B., Peng, S., Hilliard, J. J., Abbanat, D., Goldschmidt, R., & Bush, K. (2005). Identification of a dithiazoline inhibitor of Escherichia coli L,D-carboxypeptidase A. Antimicrobial agents and chemotherapy, 49(11), 4500–4507.

- Bozkurt, B., Nair, A. P., Misra, A., Scott, C. Z., Mahar, J. H., & Fedson, S. (2022). Neprilysin Inhibitors in Heart Failure: The Science, Mechanism of Action, Clinical Studies, and Unanswered Questions. *JACC. Basic to translational science*, 8(1), 88–105.
- Cashman, J. R. (1995). Structural and catalytic properties of the mammalian flavin-containing monooxygenase. *Chemical research in toxicology*, 8(2), 165–181.
- Cashman, J. R., Akerman, B. R., Forrest, S. M., & Treacy, E. P. (2000). Population-specific polymorphisms of the human FMO3 gene: significance for detoxication. *Drug metabolism and disposition: the biological fate of chemicals*, 28(2), 169–173.
- Choi, M. R., Kouyoumdzian, N. M., Rukavina Mikusic, N. L., Kravetz, M. C., Rosón, M. I., Rodríguez Fermepin, M., & Fernández, B. E. (2015). Renal dopaminergic system: Pathophysiological implications and clinical perspectives. *World journal of nephrology*, 4(2), 196–212.
- Clark, N. E., & Garman, S. C. (2009). The 1.9 Å structure of human α-N-acetylgalactosaminidase: The molecular basis of Schindler and Kanzaki diseases. *Journal of molecular biology*, 393(2), 435–447.
- Clausen, T., Huber, R., Messerschmidt, A., Pohlenz, H. D., & Laber, B. (1997). Slow-binding inhibition of *Escherichia coli* cystathionine β-lyase by L-aminoethoxyvinylglycine: a kinetic and X-ray study. *Biochemistry*, 36(41), 12633–12643.
- Emu, S. (2022). Pengaruh Penambahan Asam Amino Metionin dengan Dosis yang Berbeda dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Merah. *AquaMarine (Jurnal FPIK UNIDAYAN)*, 9(2), 8–12.
- Guo, W., Tan, H. Y., Li, S., Wang, N., & Feng, Y. (2020). Glutamic-Pyruvic Transaminase 1 Facilitates Alternative Fuels for Hepatocellular Carcinoma Growth-A Small Molecule Inhibitor, Berberine. *Cancers*, 12(7), 1854.
- Hadi, M. C. (2013). Bahaya merkuri di lingkungan kita. *Jurnal Skala Husada*, 10(2), 175–183.
- Kumar, A., Taghi Khani, A., Sanchez Ortiz, A., & Swaminathan, S. (2022). GM-CSF: A Double-Edged Sword in Cancer Immunotherapy. *Frontiers in immunology*, 13, 901277.
- Kumar, R. (2024). Decennary Update on Oxidative-Rearrangement Involving 1, 2-Aryl C-C Migration Around Alkenes: Synthetic and Mechanistic Insights. *Chemistry—An Asian Journal*, e202400053.
- Lima, EBC, Sousa, CNS, Meneses, LN, Ximenes, NC, Júnior, S., Vasconcelos, GS, ... & Vasconcelos, SMM (2015). *Cocos nucifera* (L.) (Arecaceae): Tinjauan fitokimia dan farmakologis. *Jurnal Penelitian Medis dan Biologi Brasil*, 48, 953–964.
- Loh YP. The effect of pepstatin A, an inhibitor of the pro-opiomelanocortin (POMC)-converting enzyme, on POMC processing in mouse intermediate pituitary. *FEBS Lett.* 1988 Sep 26;238(1):142–6.
- Mustika, I., Tyastirin, E., & Rachmawati, Y. (2018, October). Comparative Morphology of Sperm in The Rat (*Rattus norvegicus*) Exposed to Cadmium (Cd) and Mercury (Hg) with Green Coconut Water (*Cocos nucifera* L.) as Antidote. In *International Conference on Sustainable Health Promotion* (pp. 30–34).
- Mycielska, M. E., Mohr, M. T., Schmidt, K., Drexler, K., Rümmele, P., Haferkamp, S., ... & Geissler, E. K. (2019). Potential use of gluconate in cancer therapy. *Frontiers in Oncology*, 9, 522.
- Oleksiak, M. F., Wu, S., Parker, C., Karchner, S. I., Stegeman, J. J., & Zeldin, D. C. (2000). Identification, functional characterization, and regulation of a new cytochrome P450 subfamily, the CYP2Ns. *Journal of Biological Chemistry*, 275(4), 2312–2321.
- Onishi, J., Meinz, M., Thompson, J., Curotto, J., Dreikorn, S., Rosenbach, M., Douglas, C., Abruzzo, G., Flattery, A., Kong, L., Cabello, A., Vicente, F., Pelaez, F., Diez, M. T., Martin, I., Bills, G., Giacobbe, R., Dombrowski, A., Schwartz, R., Morris, S., ... Kurtz, M. B. (2000). Discovery of novel antifungal (1,3)-β-D-glucan synthase inhibitors. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 44(2), 368–377.
- Perona, J. J. (2013). Glutaminyl-tRNA synthetases. In *Madame Curie Bioscience Database* [Internet]. Landes Bioscience.
- Pithadia, A. B., & Jain, S. M. (2009). 5-Hydroxytryptamine Receptor Subtypes and their Modulators with Therapeutic Potentials. *Journal of clinical medicine research*, 1(2), 72–80.
- Rachmawati, Y., Mustika, I., Tyastirin, E., WATI, R., ARIFA, A., AZZAHRA, H., ... & NINGRUM, I. (2020). Effectiveness of green coconut (*Cocos nucifera* L.) water against heavy metal levels in the blood of *rattus norvegicus*. In *Proceedings of the Built Environment, Science and Technology International Conference* (pp. 113–118).

- Santosa, B., Ariyadi, T., Bintanah, S., Fristiani, A. K. B., & Damayanti, F. N. THE COMBINATION OF IR BAGENDIT RICE LEAF WATER EXTRACT AND COCONUT WATER REDUCES OXIDANT ACTIVITY AND IMPROVES THE MORPHOLOGY AND FUNCTION OF KIDNEY CELLS AFTER MERCURY EXPOSURE.
- Slaughter, J. C., & Davies, D. D. (1968). Inhibition of 3-phosphoglycerate dehydrogenase by l-serine. *The Biochemical journal*, 109(5), 749–755.
- Sulistia, A., Sulistiarini, R., & Masruhim, M. A. (2016). Aktivitas Antidotum Air Kelapa Hijau (*Cocos nucifera* L.) terhadap Keracunan Sianida Pada Mencit (*Mus musculus* L.). *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 3(3), 191-196.
- Surmiak E, Magiera-Mularz K, Musielak B, Muszak D, Kocik-Krol J, Kitel R, Plewka J, Holak TA, Skalniak L. PD-L1 Inhibitors: Different Classes, Activities, and Mechanisms of Action. *Int J Mol Sci*. 2021
- Veith, A., Urich, T., Seyfarth, K., Protze, J., Frazão, C., & Kletzin, A. (2011). Substrate pathways and mechanisms of inhibition in the sulfur oxygenase reductase of *acidianus ambivalens*. *Frontiers in microbiology*, 2, 37.
- Venugopal, A., & Joseph, D. (2017). *Cocos nucifera*: It's pharmacological activities. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 195-200.
- Whitelaw, B. S., & Robinson, M. B. (2013). Inhibitors of glutamate dehydrogenase block sodium-dependent glutamate uptake in rat brain membranes. *Frontiers in endocrinology*, 4, 123.
- Xu, Y., & Sun, Z. (2017). Regulation of S-formylglutathione hydrolase by the anti-aging gene *klotho*. *Oncotarget*, 8(51), 88259–88275.
- Younus H. (2018). Therapeutic potentials of superoxide dismutase. *International journal of health sciences*, 12(3), 88–93.

Analisis Biokomputasi Senyawa Daun Salam (*Syzygium polyanthum* L.) sebagai Antioksidan

Silvia Okki Novita Rinda*, Ratna Valentina Dian Laksmi Candra Kirana, Putri Salma Abriliant, Agus Muji Santoso

Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Email: silviaoky140@gmail.com

ABSTRACT

Bay leaves (Syzygium polyanthum) are known to contain antioxidant compounds that can be used as herbal medicine, including for lowering cholesterol levels, as anticancer agents, wound healers, chitinase inhibitors, treatments for bone diseases, prostate disorders, and as antiviral agents. The purpose of this article is to further analyze the compounds in bay leaves (S. polyanthum) that function as antioxidants. A descriptive-explorative research method was used to identify the compounds contained in bay leaves (S. polyanthum). This study was conducted in silico. The results showed that there are four main antioxidant compounds in bay leaves (S. polyanthum). Squalene functions in fat or cholesterol synthesis and catalyzes many reactions involved in drug metabolism. β -sitosterol has properties that help reduce cholesterol levels, act as an anticancer agent, and accelerate wound healing. Pyrogallol functions in regulating body cholesterol and preventing cellular damage. Phytol also plays a role in cholesterol control and has antiviral activity.

Key words:

Anticancer activity, antioxidants, *Syzygium polyanthum*, in silico analysis, phytochemical compounds

Riwayat artikel

Diterima: 16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Keluhan kesehatan merupakan keadaan seseorang yang mengalami gangguan kesehatan, baik karena penyakit akut maupun penyakit kronis. Penyakit umum yang terjadi di Indonesia seperti asam urat, kolesterol, batu ginjal, dan kencing manis sering diobati dengan obat kimia. Dampak negatif jangka panjang pemberian obat kimia akan menimbulkan rasa tidak nyaman pada saluran pencernaan, mual, diare, peradangan pada lambung, reaksi hipersensitivitas, sakit kepala, pusing, vertigo, gangguan pendengaran, dan fotosintesis. Obat tradisional yang berasal dari bahan tanaman memiliki efek samping yang lebih rendah tingkat bahayanya dibandingkan dengan obat-obatan kimia. Alasan yang mendasari pemanfaatan bahan alam adalah tanaman obat yang digunakan secara tepat, tidak atau kurang menimbulkan efek samping dibandingkan dengan obat-obatan modern terutama yang dibuat dari bahan kimia (Mutiah, 2016). Hal ini disebabkan karena efek tanaman obat bersifat alami, tubuh manusia relatif lebih mudah menerima obat dari bahan tanaman dibandingkan dengan obat kimia (Andriani dkk, 2021).

Pemanfaatan obat herbal umumnya digunakan secara empiris sehingga diperlukan pengujian khasiat dan keamanannya sehingga mutu obat herbal dapat terjamin (Sutanto, 2013). Seperti pada penyakit asam urat bisa diobati dengan pengobatan herbal, keadaan tersebut ditandai dengan meningkatnya kadar asam urat dalam darah (hiperurisemia), yang dapat terjadi karena adanya produksi asam urat atau terjadi penurunan ekskresinya (Isselbacher et al., 2000). Kadar asam urat yang tinggi akan menyebabkan peningkatan kristal asam urat yang berbentuk seperti jarum terutama di persendian yang akan menimbulkan rasa sakit pada persendian tersebut. Keadaan ini dikenal sebagai penyakit *gout* atau *arthritis pirai* (Kasper et al., 2004).

Daun salam (*S. polyanthum*) telah dikenal sebagai obat herbal. Daun salam (*S. polyanthum*) bisa dimanfaatkan untuk mengatasi asam urat, stroke, kolesterol tinggi, melancarkan peredaran darah, radang lambung, gatal-gatal, dan kencing manis (Kloppenburger Versteegh, 1983). Daun salam (*S. polyanthum*) merupakan salah satu tanaman herbal yang mengandung substansi-substansi bioaktif sehingga berpengaruh baik terhadap kadar kolesterol total darah. Hal ini dikarenakan daun salam (*S. polyanthum*) mengandung flavonoid, tanin, dan niasin (Rahayuningsih, 2014). Daun salam (*S. polyanthum*) mengandung tanin, minyak atsiri, seskuiterpen, steroid, sitral, saponin, dan karbohidrat (Moeloek, 2006). Minyak atsiri yang terkandung dalam daun salam (*S. polyanthum*) yaitu 0,2% 9 sitral, eugenol), flavonoid (katekin dan rutin), tanin, dan metil kavicol (methyl chavicol) yang dikenal juga sebagai estragole atau *p-allylanisole*. Senyawa tersebut mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Tanin dan flavonoid merupakan bahan aktif yang mempunyai efek anti *inflamasi* dan antimikroba (Adjirni, 1999; Katzer, 2001; Sumono dan Wulan, 2009; Lelono, dkk, 2013). Tujuan dalam penulisan artikel ini adalah untuk menganalisis lebih lanjut senyawa pada daun salam (*S. polyanthum*) sebagai antioksidan.

METODE

Penelitian ini termasuk dalam penelitian deskriptif eksploratif yang bertujuan untuk mengungkap senyawa daun salam (*S. polyanthum*) sebagai antioksidan. Penelitian ini dilakukan secara *in silico*. Data tentang jenis-jenis daun salam dikoleksi dengan telusur pustaka dari penelitian sebelumnya. Kemudian identitas senyawa tersebut dieksplorasi dari database, yaitu PubChem dan Way2drug. Kemudian salin canonical smile dan masukkan ke website Way2drug. Selanjutnya pilih target senyawa aktif daun salam (*S. polyanthum*) dengan nilai pobalility activity (Pa) lebih dari 0,7. Kemudian memilah activity yang mengandung antioksidan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telusur pustaka, terdapat empat senyawa aktif pada daun salam (*S. polyanthum*) yaitu squalene, β -sitosterol, pyrogallol, dan phytol. Berdasarkan pada database PubChem senyawa aktif tersebut memiliki nomor identitas yaitu squalene memiliki nomor identitas 1105, β -sitosterol memiliki nomor identitas 6744, pyrogallol memiliki nomor identitas 1057, dan phytol memiliki nomor identitas 9018. Pada *website* ini mendapatkan canonical smiles. Pada analisis potensi senyawa di *website* Way2drug mengambil skor > 0,7. Yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data senyawa daun salam (*S. polyanthum*)

No.	Nama Senyawa	ID Senyawa	Pa > 0,7	Potensi/activity
1.	Squalene	1105	0,874	Fatty-acyl-CoA synthase inhibitor Menghambat sintesis lemak acyl-CoA
			0,846	CYP2J2 substrate Gen ini mengkode anggota enzim super family sitokrom P450. Protein sitokrom P450 adalah monooksigenase yang mengkatalisis banyak reaksi yang terlibat dalam metabolisme obat dan sintesis kolesterol, steroid, dan lipid lainnya.
			0,803	Antineoplastic (Sebagai anti kanker)
			0,793	Cell adhesion molecule inhibitor (berperan untuk membentuk jaringan dalam tubuh seperti di urat dan pembuluh darah)
			0,737	Penghambat kitinase (penghambat fungi pada tanaman)
			0,724	Penghambat fenol O-metiltransferase (anti bakteri)
			0,714	Penghambat ekspresi MMP9 (penyembuhan luka)
			0,705	Antineoplastik (obat untuk mengobati kanker)
			0,701	Anti Inflammatory (untuk mengurangi peradangan, meredakan nyeri, dan menurunkan demam)
2	β -sitosterol	6744	0,960	Antihypercholesterolemic (sebagai anti kadar kolesterol yang tinggi)
			0,866	CYP3A inducer (mengkatalisasi banyak reaksi yang terlibat dalam metabolisme obat dan sintesis kolesterol)
			0,816	CYP17 inhibitor (obat kanker)
			0,815	Hepatoprotectant (menjaga fungsi sel-sel hati dan membantu mempercepat penyembuhan)
			0,806	Caspase 3 stimulant (target utama sebagai obat kanker)
			0,800	CYP2J2 substrate (mengkatalisasi banyak reaksi yang terlibat dalam metabolisme obat dan sintesis kolesterol, steroid, dan lipid lainnya)
			0,762	Antipruritic (meredakan atau mengurangi demam)
			0,759	Dermatologic (menangani masalah-masalah yang berhubungan dengan kesehatan kulit)

			0,762	Immunosuppressant (kelompok obat yang digunakan untuk menekan kerja sistem kekebalan tubuh. Obat ini biasanya digunakan dalam pengobatan penyakit autoimun atau pencegahan reaksi penolakan pasca transplantasi organ.)
			0,744	CYP219 substrat (pengobatan antiplatelet clopidogrel) (obat golongan antiplatelet yang bekerja dengan cara mencegah trombosit atau sel keping darah saling menempel dan membentuk gumpalan darah)
			0,725	UGT1A8 substrate (untuk pengobatan kanker)
			0,718	Pengobatan penyakit tulang
			0,708	Pengobatan gangguan prostat
3.	Pyrogallol	1057	0,914	Ubiquinol-cytochrome-c reductase inhibitor (penghambat reduktase enzim Ubiquinol-cytochrome-c. Penting untuk fungsi mitokondria)
			0,881	Taurine dehydrogenase inhibitor (memiliki efek antioksidan yang penting untuk mencegah kerusakan sel)
			0,864	Thioredoxin inhibitor (melindungi jantung dari sel-sel perusak)
			0,811	Cutinase inhibitor (berfungsi dalam proses pemecahan asam lemak, pendegradasian PCL (Polycaprolactone), dan plastik jenis PET.)
			0,773	Cholestanetriol 26-monooxygenase inhibitor (Berperan dalam pengendalian kolesterol tubuh)
4.	Phytol	9018	0,907	Retinol dehydrogenase inhibitor (berperan dalam pengendalian kolesterol tubuh)
			0,905	Ubiquinol-cytochrome-c reductase inhibitor (dapat menurunkan kolesterol intraseluler)
			0,817	Sugar-phosphatase inhibitor (berperan dalam pengendalian gula dan kolesterol)
			0,784	Beta-carotene 15,15'-monooxygenase inhibitor (penghambat beta carotin dapat menurunkan kadar kolesterol)

0,724	TP53 expression enhancer (p53 dalam mengatur SQLE dan biosintesis kolesterol dalam kondisi sterol normal)
0,710	Antiviral (Rhinovirus) (digunakan untuk melawan virus.)

Dalam analisis data yang sudah diperoleh potensi setiap senyawa yang terkandung dalam daun salam (*S. polyanthum*) bisa digunakan sebagai obat anti fungi, penyembuh luka, anti kanker, dan kolesterol. Namun dalam analisis ini daun salam (*S. polyanthum*) berpotensi besar dalam menurunkan kadar kolesterol. kandungan senyawa kimia yang bertanggung jawab adalah karena daun salam (*S. polyanthum*) tersebut mengandung senyawa squalene, β -sitosterol, pyrogallol dan phytol.

Squalene merupakan salah satu senyawa yang terdapat pada daun salam (*S. polyanthum*) sebagai antioksidan. Senyawa squalene berfungsi sebagai penghambat sintesis lemak acyl-CoA (0,874), mengkatalisasi banyak reaksi yang terlibat dalam metabolisme obat dan sintesis kolesterol, steroid, dan lipid (0,846), sebagai anti kanker (0,803), berperan untuk membentuk jaringan dalam tubuh seperti di urat dan pembuluh darah (07,93), penghambat kitinase atau menghambat fungi pada tanaman (0,737), sebagai anti bakteri (0,724), sebagai penyembuh luka (0,714), sebagai obat kanker (0,705), dan untuk mengurangi peradangan serta menurunkan demam (0,701).

Senyawa β -sitosterol pada daun salam (*S. polyanthum*) merupakan senyawa yang berfungsi sebagai penurun kadar kolesterol (0,96; 0,866; dan 0,800). β -sitosterol bermanfaat menurunkan kadar kolesterol dengan menurunkan konsentrasi LDL dalam plasma dan menghambat reabsorpsi kolesterol serta menurunkan kadar lipid peroksidase (Tjong dkk, 2021). Senyawa β -sitosterol juga bermanfaat sebagai obat anti kanker (0,816; 0,806; dan 0,725), menjaga fungsi sel-sel hati dan membantu mempercepat penyembuhan (0,815), meredakan atau mengurangi demam (0,762), dan menangani masalah-masalah yang berhubungan dengan kesehatan kulit (0,759).

Senyawa pyrogallol pada daun salam (*S. polyanthum*) berperan dalam pengendalian kolesterol tubuh (0,773), senyawa pyrogallol juga bermanfaat sebagai penghambat reduktase enzim Ubiquinol-cytochrome-c yang memiliki peran penting untuk fungsi mitokondria (0,914), mencegah kerusakan sel (0,881), melindungi jantung dari sel-sel perusak (0,864), dan berfungsi dalam proses pemecahan asam lemak (0,811)

Phytol merupakan senyawa yang ditemukan pada daun salam (*S. polyanthum*) sebagai antioksidan yang memiliki potensi dominan sebagai pengendalian kolesterol dalam tubuh (0,907), menurunkan kadar kolesterol intraseluler (0,905), berperan dalam pengendalian gula dan kolesterol (0,817), sebagai penghambat beta carotin yang dapat menurunkan kadar kolesterol (0,784), p53 dalam mengatur SQLE dan biosintesis kolesterol dalam kondisi sterol normal (0,724), dan sebagai antivirus yang digunakan untuk melawan virus.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian di atas, penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa ekstrak daun salam (*S. polyanthum*) mengandung empat senyawa yang berperan aktif sebagai antioksidan yaitu squelen, β -sitosterol, pyrogallol, dan phytol. Manfaat

keempat kandungan senyawa bioaktif pada daun salam (*S. polyanthum*) yaitu sebagai penurun kadar kolesterol, obat anti kanker, penyembuh luka, sebagai

DAFTAR RUJUKAN

- Adjirni. 1999. Warta Tumbuhan Obat Indonesia. Volume 5, Nomor 3. Jakarta:Kelompok Kerja Nasional Tumbuhan Obat Indonesia.v
- Andriani, M., Putri, E. R., Fatta, A. K., Meriza, A. S., Sari, D. P., Anandita, N., ... & Astari, W. (2021). Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga Jahe (*Zingiber Officinale*) Sebagai Pengganti Obat Kimia di Dusun Tanjung Ale Desa Kemengking Dalam Kecamatan Taman Rajo. *Martabe J. Pengabdi. Kpd. Masy*, 4(1), 14.
- Isselbacher, K.J., Braunwald, E., Wilson, J.D., Martin, J.B., Fauci, A.S., Kasper, D.L. 2000. Prinsip-prinsip ilmu penyakit dalam. Yogyakarta: EGC.
- Katzer, G. 2001. Indonesian Bay-Leaf (*Eugenia polyantha* Wight.), http://gernot-katzers-spicepages.com/engl/Euge_pol.html. diakses 14 November 2015.
- Kloppenburgh-Versteegh J. 1983. Petunjuk Lengkap Mengenai Tanaman-tanaman di Indonesia dan Khasiatnya sebagai Obat-obatan Tradisional. Yogyakarta: Yayasan Dana Sejahtera.
- Lelono, R.A.A. dan Tachibana, S., 2013, Bioassay-guided isolation and identification of antioxidative compounds from the bark of *Eugenia polyantha*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16(16): 812-818.
- Moeloe FA. 2006. Herbal and traditional medicine: National perspectives and policies in Indonesia. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*, 5(1):293-97.
- Mutiah, R., & Hayati, E. K. (2016). Pemberdayaan dan pemahaman masyarakat terhadap tanaman obat keluarga di Masjid Nurul Khasanah Dusun Sumber Mulyo Desa Madirejo Kecamatan Pujon Kabupaten Malang.
- Rahayuningsih, H. M. (2014). Perbedaan pengaruh antara ekstrak dan rebusan daun salam (*Eugenia polyantha*) dalam pencegahan peningkatan kadar kolesterol total pada tikus Sprague Dawley. *Journal of Nutrition College*, 3(1), 142-149.
- Sumono, A. dan Wulan, S.D.A. 2009. Kemampuan air rebusan daun salam (*Eugenia polyantha* W.) dalam menurunkan jumlah koloni bakteri *Streptococcus* sp. *Majalah Farmasi Indonesia*, 20(3), 112-117.
- Sutanto, T. 2013. Asam urat deteksi, pencegahan, pengobatan. Yogyakarta: Penerbit Buku Pintar.
- Tjong, A., Assa, Y. A., & Purwanto, D. S. (2021). Kandungan antioksidan pada daun kelor (*Moringa oleifera*) dan potensi sebagai penurun kadar kolesterol darah. *EBiomedik*, 9(2).

Mengungkap Potensi Senyawa pada Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai Antivirus Secara In Silico

Fika Nur Andini Putri^{*1}, Raheva Miftakhul Janah¹, Shafira Aurelia Rizky Azzahra¹, Tia Hartanti¹, Agus Muji Santoso¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: fikanap25@gmail.com

ABSTRACT

Jatropha curcas L. is a medicinal plant widely used in traditional medicine. The leaves of *J. curcas* contain bioactive compounds that are potential antiviral agents. This study aims to identify and analyze the potential antiviral compounds present in *J. curcas* leaves. A descriptive exploratory method was employed using online databases PubChem and Way2Drug. The exploratory analysis revealed several bioactive compounds with significant antiviral activity, including Phytol, Linalool, and E-Geranylacetone, which exhibited high probability of activity (PA) values. These findings indicate that *J. curcas* leaves possess promising potential as a natural source of antiviral agents.

Key words:

Antiviral, *Jatropha curcas*

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Antivirus adalah salah satu zat kimia yang sering digunakan sebagai obat. Antivirus berfungsi untuk membantu mengobati virus serta mencegah dan menghambat pertumbuhan virus (Kim Chin, RD, 2021). Dalam antivirus ini terdapat beberapa senyawa yang digunakan untuk mencegah pertumbuhan virus, misalnya flavonoid. Kandungan antivirus juga dapat ditemukan di berbagai tumbuhan.

Di Indonesia terdapat lebih dari 20.000 jenis tumbuhan obat, namun baru 1.000 jenis yang sudah terdata, serta baru sekitar 300 jenis yang sudah dimanfaatkan untuk pengobatan tradisional (Arief, 2008). Tumbuhan yang telah dimanfaatkan sebagai obat tradisional yaitu jarak. Di Indonesia terdapat berbagai jenis jarak, antara lain jarak pagar (*Jatropha curcas* L.), jarak kepyar (*Ricinus communis* L.), jarak ulung (*Jatropha gossypifolia* L.) dan jarak Bali (*Jatropha podagrica* H.) yang berpotensi sebagai obat tradisional (Hambali, 2006).

Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) merupakan tumbuhan tahunan yang tahan kekeringan dan mampu tumbuh dengan cepat dan tahan di lahan yang beriklim panas, tandus, serta berbatu. Bramasto (2005) mengatakan bahwa jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dapat tumbuh pada ketinggian 0-800 m di atas permukaan laut dengan suhu rata-rata berkisar antara 25-35°C. Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) termasuk ke dalam famili Euphorbiaceae yang secara umum merupakan tumbuhan bergetah. Tumbuhan Euphorbiaceae mudah diperoleh di hutan, kebun atau sering dijadikan sebagai tumbuhan pagar seperti jarak pagar (*Jatropha curcas* L.).

Sejak dulu, jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) digunakan sebagai obat tradisional untuk mengobati berbagai macam penyakit. Semua bagian jarak pagar berkhasiat sebagai obat alami

mulai dari akar yang dapat mengobati penyakit gonorrhea, diare, dan rematik; getahnya digunakan sebagai obat sakit gigi, menghentikan pendarahan, penyembuhan luka, dan antikanker; minyak nya dapat menyembuhkan penyakit disentri dan penyakit kulit; batangnya digunakan untuk mengontrol gula darah; dan daunnya sebagai obat sakit perut, influenza, dan penyakit kulit (Surahmaida et al, 2021).

Pada daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terdapat tiga senyawa yang dapat digunakan sebagai antivirus yaitu seperti phytol, linalool, dan E-Geranylacetone. Senyawa tersebut akan berguna untuk menghambat virus saat tubuh terkena penyakit, khususnya pada sistem pernafasan. Pengolahan tumbuhan obat pada masyarakat biasanya dengan diparut, ditumbuk, dipotong, diiris, direbus, dibakar, dikunyah, diminum, dan dioleskan pada bagian yang sakit (Gustina et al, 2022).

Berdasarkan jurnal penelitian yang telah dianalisis sebelumnya, masih sedikit pembahasan tentang senyawa antivirus pada daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Oleh karena itu, penelitian ini dibuat untuk mengungkap potensi senyawa daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai antivirus untuk penyakit pada sistem pernafasan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif untuk mengungkap potensi senyawa daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai antivirus secara in silico. Data tentang jenis-jenis senyawa bioaktif yang ada pada daun jarak pagar didapatkan dengan telusur pustaka pada penelitian sebelumnya. Selanjutnya identitas, struktur, dan senyawa bioaktif dieksplorasi dari database yaitu, Pubchem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>) dan Way2Drug (<http://www.way2drug.com/passonline/predict.php>). Target senyawa bioaktif pada daun jarak pagar yaitu senyawa bioaktif yang memiliki nilai probability activity (pa) > 0,7 dan yang memiliki kaitan dengan fungsi daun jarak pagar sebagai antivirus. Kemudian data tentang jenis-jenis senyawa bioaktif daun jarak pagar dan target senyawa bioaktif daun jarak pagar sebagai antivirus dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telusur pustaka, terdapat tiga senyawa yang terdapat pada daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) yaitu phytol, linalool dan E-geranylacetone. Menurut eksplorasi database PubChem senyawa yang digunakan memiliki nomor identitas 5280435 untuk phytol, nomor identitas 6549 untuk linalool, dan nomor identitas 1549778 untuk E-Geranylacetone. Dari eksplorasi pada PubChem juga diperoleh data canonical smiles setiap senyawa. Analisis potensi pada setiap senyawa menggunakan Way2Drug dengan mengambil skor Pa > 0,7.

Berdasarkan data analisis di atas dihasilkan senyawa pertama yaitu phytol memiliki potensi sebagai undecaprenyl-phosphate mannosyltransferase inhibitor (zat penghambat glikolisasi protein pada virus influenza), mucomembranous protector (pelindung selaput lendir mukosa terhadap infeksi yang diakibatkan oleh virus), macrophage colony stimulating factor agonist (menyembuhkan infeksi virus pada kulit yang luka) dan antiviral-rhinovirus (menyembuhkan infeksi saluran pernafasan akibat virus). Dengan hasil potensi yang sudah didapatkan maka senyawa phytol memiliki peran penting dalam penyembuhan luka yang disebabkan oleh virus dan dapat menyembuhkan infeksi pada saluran pernafasan akibat virus. Sehingga senyawa phytol kemungkinan memiliki potensi sebagai antivirus, namun untuk memperkuat hal itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanisme aksi dan efek yang lebih rinci dari senyawa phytol sebagai obat antivirus. Senyawa yang didapat pada daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)

Tabel 1. Hasil Analisis canonical smile

No	Nama Senyawa	Smiles	PA	Aktivitas
7.	phytol	<chem>CC(C)CCCC(C)CCCC(C)CCCC(=CCO)C</chem>	0,885	Undecaprenyl-phosphate mannosyltransferase inhibitor
			0,852	Mucomembranous protector
			0,724	Macrophage colony stimulating factor agonist
			0,710	Antiviral (Rhinovirus)
2.	Linalool	<chem>CC(=CCCC(C)(C=C)O)C</chem>	0,978	Mucomembranous protector
			0,781	Undecaprenyl-phosphate mannosyltransferase inhibitor
			0,743	Membrane permeability inhibitor
			0,711	Antiviral (Rhinovirus)
8.	E-Geranylacetone	<chem>CC(=CCCC(=CCCC(=O)C)C)C</chem>	0,916	Undecaprenyl-phosphate mannosyltransferase
			0,811	Mucomembranous protector
			0,797	Macrophage colony stimulating factor agonist
			0,760	Antiviral (Rhinovirus)

Senyawa kedua yaitu linalool yang memiliki potensi sebagai mucomembranous protector (pelindung selaput lendir mukosa terhadap infeksi akibat virus), undecaprenyl-phosphate mannosyl transferase inhibitor (zat penghambat glikosilasi protein pada virus influenza), membrane permeability inhibitor (menghalangi penetrasi patogen ke dalam sel host atau mencegah keluarnya produk toksik dari virus) dan antiviral-rhinovirus (menyembuhkan infeksi saluran pernafasan akibat virus). Dengan hasil potensi yang sudah didapatkan senyawa linalool memiliki peran dalam mencegah dan menyembuhkan infeksi akibat virus yang utamanya terjadi pada saluran pernafasan. Sehingga senyawa linalool kemungkinan dapat digunakan sebagai obat antivirus pada pernafasan. Akan tetapi untuk memperkuat hal ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanisme aksi dan efek yang lebih jelas dari senyawa linalool sebagai obat antivirus pada sistem pernafasan.

Senyawa yang ketiga yaitu E-Geranylacetone, pada senyawa ini terdapat potensi undecaprenyl-phosphate mannosyltransferase inhibitor (zat penghambat glikolisis protein pada virus influenza), mucomembranous protector (pelindung selaput lendir mukosa terhadap infeksi akibat virus), macrophage colony stimulating factor agonist (menyembuhkan infeksi virus pada kulit yang luka), dan antiviral-rhinovirus (menyembuhkan infeksi saluran pernafasan akibat virus). Dengan hasil potensi yang ada, E-Geranylacetone memiliki peran dalam mengobati infeksi virus pada luka dan sebagai obat antivirus untuk sistem pernafasan. Meskipun begitu, untuk mendapatkan hasil yang akurat perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanisme kerja dan efek dari E-Geranylacetone sebagai obat antivirus.

Selain berperan sebagai antivirus, daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) juga memiliki peran sebagai antioksidan. Penggunaan ekstrak etanol daun jarak pagar dengan variasi konsentrasi menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat (Sudarman rahman et al, 2023). Kemampuan ekstrak etanol daun jarak pagar memiliki aktivitas penangkap radikal bebas, diduga karena senyawa metabolit sekunder. Senyawa flavonoid dan polifenol merupakan senyawa yang berperan terhadap penangkap radikal bebas. Aktivitas antioksidan yang terjadi pada senyawa flavonoid dan polifenol dikarenakan senyawa tersebut adalah senyawa fenol, yaitu senyawa dengan gugus -OH yang terikat pada karbon cincin aromatik. Senyawa fenol ini mempunyai kemampuan untuk menyumbangkan atom hidrogen, sehingga radikal DPPH dapat tereduksi menjadi bentuk yang lebih stabil (Fessenden, 1994).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang mengungkap potensi daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.), daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) mengandung senyawa-senyawa aktif yang memiliki potensi sebagai agen antivirus. Beberapa senyawa yang ditemukan dalam daun jarak pagar, telah menunjukkan berbagai aktivitas, salah satu nya aktivitas antivirus yang kuat. Senyawa-senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan virus. Senyawa-senyawa seperti Phytol, Linalool, dan E-Geranylacetone yang ditemukan dalam daun jarak pagar juga memiliki potensi sebagai agen antivirus. Senyawa-senyawa ini memiliki aktivitas antivirus dan menghambat pertumbuhan virus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama kami ucapkan terima kasih kepada Tuhan YME yang telah merestui proyek ini dengan alur yang lancar. Kedua Kami selaku pelaksana proyek ini mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu kami yakni Dr. Agus Muji Santoso, S. Pd., M. Si. selaku pengampu mata kuliah Biokomputasi yang telah membimbing sehingga kami bisa mengerti tentang materi yang belum pernah kami ketahui. Terima kasih juga kepada seluruh tim yang terlibat dalam seminar nasional kali ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Adinata, Khosimah,P.I, Anam, K and Kusriani, D. 2013. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Fraksi Aktif Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) dan Uji Aktivitas Larvasida terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi. 16(2) : 42-45.
- Aktumsek, A., Zengin, G., Guler, G.O., Cakmak, Y.S., &Duran, A. (2013). Antioxidant potentials and anticholinesterase activities of methanolic and aqueous extracts of three endemic *Centaurea* L. species. Food Chem. Toxicol, 55, 290–296. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.01.018>.
- Boly, R., Lamkami, T., &Guissou, I. (2016). DPPH free radical scavenging activity of two extracts from *agelanthus dodoneifolius* (Loranthaceae) leaves. Int J Toxicol Pharmacol Research, 8(1),29-34.
- Bramasto, Y. 2003. Biji Jarak, Pemanfaatan dan Kegunaanya di Masa Mendatang. Dalam klik benih.(2)01. Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pembenihan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Erma S, Martanto M, Haryono S, Jubhar C.M. 2014. Manfaat Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) Sebagai Obat Tradisional. Prosiding Seminar Nasional Raja Ampat.
- Gustina, Andi N.S, Karolina S. 2022. Etnobotani Tumbuhan Obat Tradisional di Suku Colol Kabupaten Manggarai Timur. Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.5, No.2.
- Hambali, E. 2006. Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel. Penerbit Swadaya: Jakarta.
- Kilicgun, H., & Dehen, Altiner. (2009). In vitro Antioxidant Effect of *Rosa canina* in Different Antioxidant Test Systems. Pharmacognosy Research, 1(6), 417-420. <https://www.phcogres.com/article/2009/1/6/nil14>.

- Nuria M C, Faizatun A, dan Sumantri, 2009. Uji Aktifitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Salmonella typhi* ATCC 1408. *Media Grow*, (5): 26-37.
- Setyaningsih D, Nurmillah O Ydan Windarwati S, 2013. Kajian Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba Ekstrak Biji, Kulit Buah, Batang dan Daun Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.). Web publication. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/19639>.
- Sudaryanto, Herwanto, T., Putri, S. H. (2016). Aktivitas Antioksidan Pada Minyak Biji Kelor (*Moringa Oleifera* L.) dengan Metode Sokletasi Menggunakan Pelarut n-Heksan, Metanol dan Etanol. *Jurnal Teknotan*, 10(2), 16–21.
- Surahmaida, Umarudin, Agustina W.R., Novicalia C.D. 2021. Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) dengan GCMS. *Journal of Pharmacy and Science*, Vol.6 No. 1.
- Tiwa, G.F., Homenta, H., dan Hutagalung, P.S.B. 2017. Uji Efektivitas Daya Hambat Getah Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) Terhadap *Streptococcus mutans*. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 6(4) : 192-199.
- Vieira, D.S., Oliveira, F.T. de, Suarez, J.A.G., Silva, D.P. da, Bernardo, T.H.L., & Bastos, M.L. de A. (2021). Biological activities: anti-infectious, Antioxidant and healing of the vegetable species *Jatropha multifida*. *Rev. Bras. Enferm*, 74(2). e20200451 <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0451>.
- Yulianto, S., and Sumarmi. 2018. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) Terhadap *Staphylococcus aureus* Secara In vitro. *Jurnal Terpadu Ilmu Kesehatan*. 7(1) : 1-10.
- Blundell AG, & Peart DR. 2001. Growth Strategies of a Shade-tolerant Tropical Tree: the Interactive Effects of Canopy Gaps and Simulated Herbivory. *Journal of Ecology*, 89: 608–615.
- Sakai, S., 2002. General flowering in lowland mixed dipterocarp forests of South-east Asia. *Biological Journal of the Linnean Society*, 75(2): 233-247.

Mengungkap Potensi Senyawa Antibakteri dan Batas Aman Konsumsi Buah *Areca catechu* (Pinang) secara *In Silico*

Eka Aris Setiowati*, Alya Melani, Nur Mila, Agus Muji Santoso

Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: eka2131@gmail.com

ABSTRACT

Areca catechu (betel nut) is a tropical plant that has been widely used in traditional medicine, particularly its fruit. Betel nut is known to contain various bioactive compounds such as alkaloids, tannins, and flavonoids, which have potential antibacterial properties. This study aims to investigate the antibacterial potential of compounds found in betel nut fruit and to evaluate their safety limits for consumption. The research was conducted *in silico* using a descriptive-exploratory approach with data obtained from the PubChem, PASS Online (Way2Drug), and ProTox databases. The results identified three major compounds in betel nut fruit—arecoline, procyanidin A1, and flavonoids—which exhibit potential antibacterial activity. Based on toxicity assessments, arecoline was classified as “slightly toxic” with an LD_{50} value of 550 mg/kg and showed potential neurotoxic and carcinogenic effects. Meanwhile, procyanidin A1 and flavonoids were categorized as “relatively safe” with LD_{50} values of 2,500 mg/kg, although they demonstrated potential nephrotoxic effects. These findings indicate that although these compounds have antibacterial potential, their safety for consumption must be carefully considered.*

Key words:

Areca catechu, betel nut, compounds, *in silico*

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Areca catechu atau biasa dikenal sebagai pinang merupakan salah satu jenis tumbuhan dari famili *Arecaceae* (palem-paleman) yang telah lama dimanfaatkan secara tradisional di berbagai budaya, terutama di kawasan Asia Selatan dan Asia Tenggara. Menurut Nuryanti dkk. (2015) daun, batang, buah, dan bunga dari tumbuhan pinang memiliki berbagai manfaat yang dapat digunakan. Secara umum, tumbuhan pinang banyak digunakan sebagai obat tradisional, bahan bangunan, kerajinan tangan, serta material ritual dan ekonomi (Nuryanti dkk., 2015; Silalahi, 2020). Di Indonesia, penggunaan pinang telah menjadi bagian dari tradisi sosial dan pengobatan secara turun-temurun. Kalimantan Selatan menjadi salah satu daerah dimana pinang berperan sebagai sumber daya alam penting oleh masyarakat Dayak Bakumpai di Desa Bantuil (Hamidah dkk., 2022).

Buah pinang sebagai salah satu bagian penting telah dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat sejak dahulu. Tradisi pemanfaatan buah pinang, umumnya dilakukan dengan cara mengunyah campuran buah pinang bersama daun sirih dan kapur. Praktik mengunyah ini dikenal

sebagai “mengunyah sirih pinang” (Fakdawer dkk., 2023). Sebelum ditemukannya pasta gigi modern, masyarakat terdahulu menggunakan praktik menginang sebagai metode tradisional untuk membersihkan dan merawat kesehatan mulut, karena buah pinang diyakini memiliki sifat antibakteri yang efektif dalam mengatasi gangguan kesehatan mulut dan pencernaan.

Berbagai penelitian telah dilakukan terhadap buah pinang, seperti dalam penelitian Munthe & Ridwanto (2022), yang mengungkapkan bahwa terdapat kandungan senyawa alkaloid, tanin, flavonoid, saponin, dan polifenol dalam buah pinang yang berpotensi sebagai antibakteri. *A. catechu* merupakan satu-satunya tanaman yang mengandung alkaloid dari famili *Arecaceae* (Zeng dkk., 2006). Alkaloid yang dominan adalah jenis piridina, salah satunya *arecoline* (Peng dkk., 2015). Sementara itu, jenis utama tanin yang terkandung di *A. catechu* adalah tanin terkondensasi yang juga disebut proantosianidin atau prosianidin (Peng dkk., 2015). Ekstrak etanol dari biji pinang juga terbukti mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans* (Munthe & Ridwanto, 2022). Kandungan tanin dalam buah pinang bahkan diduga dapat menguatkan gigi (Munthe & Ridwanto, 2022). Meski demikian, di wilayah Papua, kebiasaan mengunyah sirih pinang tidak hanya mencerminkan nilai-nilai budaya dalam konteks sosial dan adat, tetapi juga menimbulkan masalah seperti noda yang sulit dibersihkan serta risiko terhadap kesehatan mulut (Fakdawer dkk., 2023).

Meskipun pinang menawarkan potensi antibakteri dan manfaat kesehatan lainnya, konsumsi buah pinang secara terus-menerus tanpa kontrol dapat menimbulkan dampak negatif. Beberapa penelitian mengindikasikan risiko kesehatan serius dalam konsumsi buah pinang secara berlebihan. Kanker mulut, sindrom neonatal, dan hiperglikemia termasuk penyakit yang dapat timbul akibat konsumsi pinang (Silalahi, 2020). Oleh karena itu, fokus riset terhadap senyawa obat dalam pinang perlu diimbangi dengan kajian mendalam mengenai batas aman konsumsinya. Namun, hingga saat ini informasi atau penelitian yang secara khusus mengungkap batas aman konsumsi buah pinang masih sangat terbatas atau bahkan belum ada. Dengan begitu, riset ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang komprehensif mengenai khasiat antibakteri pinang, serta memberikan panduan yang jelas mengenai dosis dan cara konsumsi yang aman, sehingga masyarakat dapat memanfaatkan potensi pinang secara optimal tanpa mengabaikan risiko kesehatan yang mungkin timbul.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai Juli 2025. Penelitian ini merupakan studi deskriptif eksploratif yang bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa aktif pada *Areca catechu* sebagai agen antibakteri dan uji batas aman konsumsinya secara *in silico*.

1. Alat dan bahan

Alat yang digunakan antara lain 1 perangkat keras laptop seri Asus VivoBook X415MA dengan RAM 4 *gigabyte*, 2 perangkat keras handphone seri Samsung A325F/DS dengan RAM 8 *gigabyte* dan seri OPPO A31 dengan RAM 6 *gigabyte*. Informasi mengenai komponen kimia dalam buah pinang diperoleh melalui kajian pustaka dari berbagai sumber ilmiah terdahulu melalui *website* Google Scholar (<https://scholar.google.com/>).

2. Prosedur

a. Canonical SMILES

Berdasarkan hasil kajian pustaka dari berbagai sumber ilmiah, didapatkan 5 senyawa aktif yang berpotensi sebagai agen antibakteri. Namun, pada penelitian ini hanya mengambil tiga senyawa untuk dianalisis lebih lanjut, yaitu alkaloid (*arecoline*), tanin (*procyanidin A1*), dan flavonoid. Kemudian, mencari struktur senyawa tersebut dalam format canonical SMILES pada website PubChem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).

b. Seleksi nilai $P_a > 0,7$

Struktur canonical SMILES di running pada website Way2Drug (<https://www.way2drug.com/dr/>) untuk mengetahui potensi dari masing-masing senyawa. Selanjutnya, dilakukan seleksi terhadap senyawa aktif yang memiliki nilai *probability activity* (P_a) $> 0,7$ sebagai indikator potensi antibakteri.

c. Uji Toksisitas

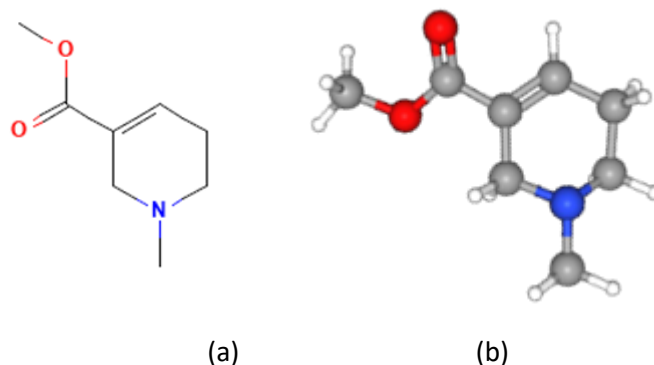
Dalam menentukan batas aman konsumsi, digunakan indikator toksisitas senyawa yang diuji menggunakan website ProTox (<https://tox.charite.de/protox3/#>). Setelah mengakses situs ProTox, dilakukan pengujian toksisitas pada bagian "Tox Prediction" dengan memasukkan canonical SMILES senyawa yang akan diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tiga senyawa utama pada *Areca catechu* yang digunakan dalam pengujian, yaitu *arecoline*, *Procyanidin A1*, dan flavonoid.

Uji Potensi Antibakteri

Arecoline



Gambar 1. Struktur 2D (a) dan 3D (b) senyawa *Arecoline*

Penulis mendeskripsikan informasi penting hasil penelitian dalam bentuk gambar, diagram, tabel, grafik, infografis atau bentuk lain. Termasuk menyajikan teks dialog juga diperbolehkan. Penjian tabel sebaiknya mengikuti contoh berikut.

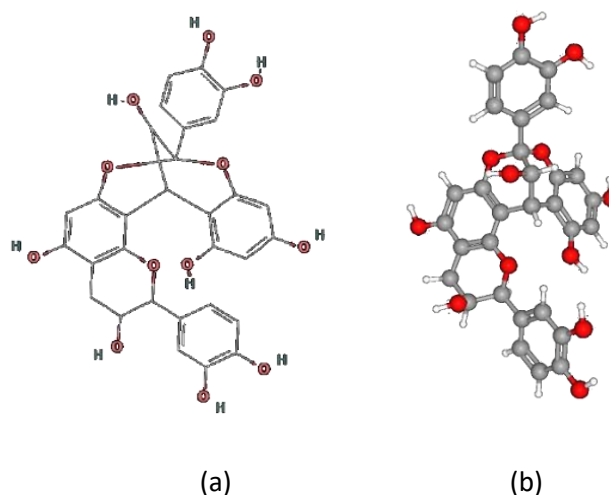
Tabel 1. Potensi Senyawa Arecoline

Nama Senyawa dan SMILES			
Arecoline			
<chem>CN1CCC=C(C1)C(=O)OC</chem>			
Pa	Pi	Aktivitas	
0,772	0,015	Membrane permeability inhibitor	Mengganggu permeabilitas membran sel bakteri, sehingga menyebabkan kematian sel.

Sampai saat ini, target utama sebagian besar antibiotik adalah proses yang berlangsung di dalam sel bakteri (intraseluler) (Delcour, 2009). Sehingga kemampuan suatu antibiotik untuk menembus membran sel bakteri merupakan faktor yang sangat penting.

Senyawa *arecoline* menunjukkan potensi sebagai agen antibakteri dengan mekanisme kerja sebagai *membrane permeability inhibitor*. Mekanisme ini berperan penting dalam merusak integritas membran sel bakteri. Kerusakan parah pada membran sel bakteri dapat menghancurkan penghalang pelindung sel, sehingga menyebabkan pelepasan sejumlah besar molekul intraseluler (Yan dkk., 2021). Selain itu, gangguan pada membran sel dapat melemahkan fungsi pertahanannya, mengganggu proses transportasi internal, serta menghambat transfer sinyal melalui membran sel (Ebina & Ueda, 2015; Humphrey dkk., 2007). Akibatnya, beberapa fungsi vital sel bakteri tidak dapat berjalan secara normal, yang pada akhirnya menyebabkan kematian sel. Nilai Pa (probabilitas aktivitas) sebesar 0,772 dan Pi 0,015 menunjukkan bahwa arekolin memiliki kemungkinan tinggi untuk mengganggu permeabilitas membran sel bakteri.

Procyanidin A1

Gambar 2. Struktur 2D (a) dan 3D (b) senyawa *Procyanidin A1*

Selain menunjukkan aktivitas antibakteri melalui mekanisme gangguan membran sel bakteri seperti yang ditunjukkan oleh senyawa *arecoline*, *procyanidin A1* juga memiliki aktivitas

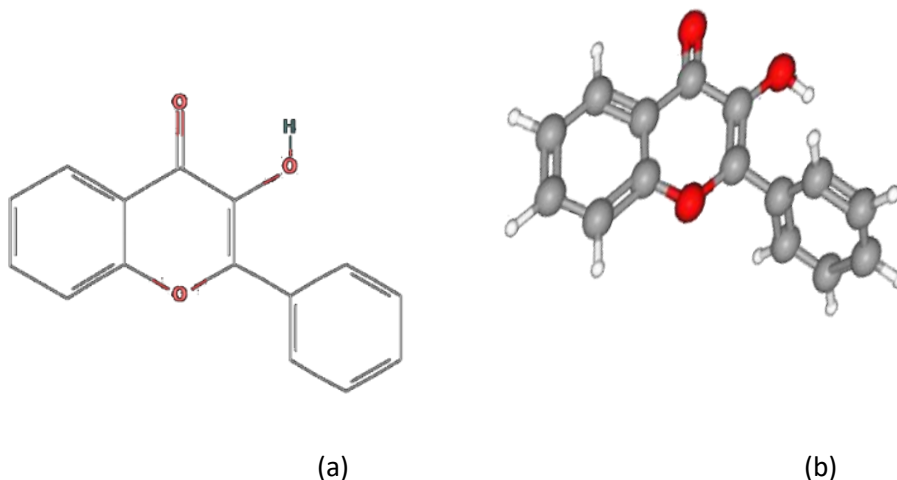
antibakteri dengan mekanisme kerja sebagai penghambat beberapa enzim penting. *Procyanidin A1* berfungsi sebagai *histidine kinase inhibitor* (Pa 0,885), yaitu menghambat aktivitas enzim histidin kinase. Histidin kinase merupakan bagian penting dari sistem regulasi dua komponen yang mengontrol respons stres bakteri, sehingga inhibisinya dapat melemahkan adaptasi dan pertahanan bakteri (Casino dkk., 2010). Aktivitas sebagai *pectate lyase inhibitor* (Pa 838) juga menambah potensi antimikroba *procyanidin A1*, karena enzim pectate lyase berperan dalam degradasi pektin pada dinding sel inang, dan penghambatannya dapat menurunkan kemampuan bakteri dalam menyerang jaringan inang (Reverchon & Nasser, 2013). Terakhir, peran *procyanidin A1* sebagai *kinase inhibitor* (0,764) menunjukkan bahwa senyawa ini juga berpotensi mengganggu proses transduksi sinyal dan regulasi metabolisme sel bakteri secara umum, yang merupakan mekanisme penting dalam pertumbuhan dan pembelahan sel. Kombinasi dari berbagai mekanisme aksi ini menunjukkan bahwa *procyanidin A1* memiliki potensi sebagai antibakteri multi-target yang efektif.

Nilai probabilitas aktivitas (Pa) yang tinggi dan probabilitas inaktivitas (Pi) yang rendah, menunjukkan senyawa *procyanidin A1* memiliki potensi besar sebagai agen bioaktif.

Tabel 2. Potensi Senyawa *Procyanidin A1*

Nama Senyawa dan SMILES			
<i>Procyanidin A1</i>			
<chem>C1C(C(OC2=C1C(=CC3=C2C4C(C(O3)(OC5=CC(=CC(=C45)O)O)C6=CC(=C(C=C6)O)O)O)O)C7=CC(=C(C=C7)O)O)O</chem>			
Pa	Pi	Aktivitas	
0,972	0,002	<i>Membrane integrity agonist</i>	Mengganggu Integritas membrane bakteri, yang pada akhirnya dapat membunuh bakteri.
0,885	0,002	<i>Histidine kinase inhibitor</i>	Menghambat aktivitas enzim Histidin Kinase.
0,838	0,003	<i>Pectate lyase inhibitor</i>	Menghambat enzim Pectate lyase, yang ditemukan pada beberapa bakteri dan jamur.
0,764	0,008	<i>Kinase inhibitor</i>	Menghambat aktivitas enzim kinase secara umum

Flavonoid



Gambar 3. Struktur 2D (a) dan 3D (b) senyawa Flavonoid

Senyawa flavonoid menunjukkan potensi antibakteri yang sangat menjanjikan melalui mekanisme aksi multi-target, terlihat dari nilai P_a tinggi ($> 0,7$) dan P_i rendah ($< 0,01$). Mekanisme sebagai *membrane integrity agonist* (P_a 0,962) dan *membrane permeability inhibitor* (0,939) merupakan suatu mekanisme umum pada senyawa antibakteri yang bekerja langsung pada membran sel mikroba (Cushnie & Lamb, 2005). Aktivitas sebagai *kinase inhibitor* (0,947) dan *anaphylatoxin receptor antagonist* (0,843) mengindikasikan bahwa flavonoid juga berperan dalam mengganggu jalur transduksi sinyal intraseluler bakteri dan respons imun terhadap lingkungan, yang keduanya penting untuk adaptasi dan virulensi bakteri.

Tabel 3. Potensi Senyawa Flavonoid

Nama Senyawa dan SMILES			
Flavonoid			
<chem>C1=CC=C(C=C1)C2=C(C(=O)C3=CC=CC=C3O2)O</chem>			
Pa	Pi	Aktivitas	
0,749	0,004	<i>Xenobiotic-transporting ATPase inhibitor</i>	Mengganggu transportasi senyawa asing (xenobiotik) keluar sel.
0,843	0,008	<i>Anaphylatoxin receptor antagonist</i>	Menghambat reseptor anafilatoksin, mengurangi respon imun berlebihan.
0,939	0,003	<i>Membrane permeability inhibitor</i>	Merusak permeabilitas membran sel.
0,947	0,001	<i>Aryl-alcohol dehydrogenase (NADP+) inhibitor</i>	Menghambat metabolisme alkohol aromatik.

0,947	0,002	<i>Kinase inhibitor</i>	Menghambat fosforilasi protein, mempengaruhi berbagai sinyal seluler.
0,962	0,003	<i>Membrane integrity agonist</i>	Menjaga integritas membran sel.

Kemampuan sebagai *aryl-alcohol dehydrogenase (NADPH+) inhibitor*, menunjukkan bahwa flavonoid berpotensi untuk mengganggu metabolisme alkohol aromatik yang penting dalam kelangsungan hidup beberapa bakteri patogen. Selain itu, flavonoid juga memiliki potensi sebagai *xenobiotic-transporting ATPase inhibitor* (Pa 0,749) yang menandakan kemampuannya dalam menghambat *efflux pump*, sehingga meningkatkan akumulasi senyawa toksik di dalam sel bakteri (Solnier dkk., 2020).

Uji Toksisitas

Tumbuhan sering dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional karena dianggap aman dan tidak menimbulkan efek samping. Namun, meskipun berasal dari alam, penggunaan obat tradisional yang tidak tepat atau dalam jangka waktu yang panjang belum tentu bebas dari risiko kerusakan tubuh. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan senyawa kimia, yang dapat memberikan dampak ketika masuk ke dalam tubuh. Oleh karena itu, penting untuk melakukan berbagai pengujian guna memastikan keamanan bahan alam tersebut. Salah satu pengujian yang umum dilakukan untuk menilai keamanan suatu zat adalah uji toksisitas.

Uji toksisitas merupakan suatu pengujian yang dilakukan untuk menilai seberapa berbahayanya suatu zat terhadap sistem biologis, sehingga diperoleh informasi tentang hubungan antara dosis dan respon yang ditimbulkan (Aldi dkk., 2022). Kajian mengenai uji toksisitas pada suatu tanaman obat pada umumnya dilakukan untuk mengetahui sampai sejauh mana tingkat konsentrasi masih aman untuk diberikan.

Tabel 4. Hasil Prediksi Toksisitas Senyawa Uji

Nama Senyawa	Predicted LD ₅₀ (mg/kg)	Predicted Toxicity Class	Keterangan
<i>Arecoline</i>	550	4	Sedikit beracun
<i>Procyanidin A1</i>	2500	5	Relatif aman
Flavonoid	2500	5	Relatif aman

Tiga senyawa aktif dalam buah *Areca catechu* menunjukkan tingkat toksisitas yang bervariasi berdasarkan hasil prediksi. Senyawa *arecoline* memiliki nilai LD₅₀ sebesar 550 mg/kg dan termasuk dalam kelas toksisitas 4, yang menunjukkan bahwa senyawa ini tergolong sedikit beracun apabila dikonsumsi dalam dosis tinggi. Oleh karena itu, penggunaan *arecoline* perlu diawasi secara ketat karena berpotensi menimbulkan efek samping serius. Sementara itu, senyawa *procyanidin A1* dan flavonoid menunjukkan nilai LD₅₀ yang lebih tinggi, yaitu 2500 mg/kg, yang termasuk dalam kelas toksisitas 5, sehingga tergolong dalam tingkat toksisitas rendah atau relatif aman. Berdasarkan pendekatan toksikologi umum, batas aman konsumsi harian (ADI) dapat ditentukan dengan membagi nilai LD₅₀ dengan faktor pengaman sebesar 100. Dengan demikian, batas konsumsi harian *arecoline* diperkirakan sekitar 5,5 mg/kg berat badan,

sedangkan *procyanidin A1* dan flavonoid memiliki batas aman konsumsi sekitar 25 mg/kg berat badan.

Meskipun *procyanidin A1* dan flavonoid tergolong relatif aman, prediksi terhadap target toksik menunjukkan adanya potensi nefrotoksisitas (kerusakan ginjal), sehingga penggunaannya tetap memerlukan perhatian, terutama dalam dosis tinggi atau penggunaan jangka panjang. Dengan demikian, meskipun senyawa-senyawa tersebut memiliki potensi sebagai agen antibakteri, aspek keamanan konsumsinya perlu diperhatikan dan dikaji lebih lanjut melalui uji toksisitas eksperimental guna memastikan batas aman penggunaannya bagi manusia.

Arecoline menunjukkan potensi toksisitas yang cukup signifikan terhadap beberapa target biologis. Berdasarkan prediksi, senyawa ini bersifat aktif terhadap neurotoksisitas dan karsinogenisitas, dengan nilai probabilitas masing-masing sebesar 0.64 dan 0.69. Hal ini menunjukkan bahwa *arecoline* berpotensi merusak sistem saraf dan berisiko bersifat karsinogenik. Sementara itu, untuk target lain seperti hepatotoksisitas, imunotoksisitas, sitotoksisitas, dan nefrotoksisitas, *arecoline* diprediksi tidak aktif (inaktif), meskipun beberapa nilai probabilitasnya cukup tinggi, seperti hepatotoksisitas (0.91), imunotoksisitas (0.99) dan sitotoksisitas (0.87). Dengan demikian, secara umum *arecoline* tergolong senyawa yang perlu diwaspadai, terutama terhadap sistem saraf dan risiko kanker.

Tabel 5. Hasil Uji Toksisitas Terhadap Target

Nama Senyawa	Target	Prediksi	Probabilitas
<i>Arecoline</i>	<i>Hepatotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.91
	<i>Neurotoxicity</i>	<i>Active</i>	0.64
	<i>Nephrotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.62
	<i>Carcinogenicity</i>	<i>Active</i>	0.69
	<i>Immunotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.99
	<i>Cytotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.87
<i>Procyanidin A1</i>	<i>Hepatotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.76
	<i>Neurotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.89
	<i>Nephrotoxicity</i>	<i>Active</i>	0.57
	<i>Carcinogenicity</i>	<i>Inactive</i>	0.58
	<i>Immunotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.71
	<i>Cytotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.76
Flavonoid	<i>Hepatotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.65
	<i>Neurotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.77
	<i>Nephrotoxicity</i>	<i>Active</i>	0.57

<i>Carcinogenicity</i>	<i>Inactive</i>	0.50
<i>Immunotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.98
<i>Cytotoxicity</i>	<i>Inactive</i>	0.71

Procyanidin A1 secara umum menunjukkan profil toksisitas yang relatif aman, dengan sebagian besar target toksisitas diprediksi tidak aktif. Namun demikian, senyawa ini diprediksi aktif terhadap nefrotoksitas dengan probabilitas sebesar 0.57, yang menunjukkan bahwa masih ada kemungkinan senyawa ini dapat mempengaruhi fungsi ginjal. Untuk target lainnya seperti hepatotoksitas, neurotoksisitas, karsinogenesis, imunotoksitas, dan sitotoksitas, prediksi menunjukkan status inaktif dengan nilai probabilitas yang cukup tinggi. Oleh karena itu, *procyanidin A1* dapat dikategorikan sebagai senyawa yang cukup aman, tetapi tetap perlu pengujian lebih lanjut terhadap toksisitas ginjalnya.

Flavonoid juga menunjukkan hasil yang serupa dengan *procyanidin A1* dalam hal toksisitas. Senyawa ini diprediksi aktif terhadap nefrotoksitas dengan probabilitas 0.57, yang menandakan adanya potensi toksik terhadap ginjal. Namun, untuk target lainnya, flavonoid diprediksi tidak aktif dengan nilai probabilitas cukup tinggi. Dengan demikian, flavonoid cenderung aman terhadap sebagian besar target toksik, tetapi tetap memiliki potensi toksik ringan terhadap ginjal yang sebaiknya diperhatikan dalam penggunaannya, terutama untuk formulasi dosis tinggi atau penggunaan jangka panjang.

SIMPULAN

Pada Areca catechu ditemukan 3 senyawa yang berpotensi sebagai antibakteri antara lain arecoline, procyanidin A1, dan flavonoid. Ketiga senyawa ini menunjukkan aktivitas antibakteri melalui berbagai mekanisme, terutama dalam merusak struktur dan fungsi membran sel bakteri serta menghambat enzim-enzim penting yang diperlukan untuk kelangsungan hidup bakteri. Berdasarkan uji toksisitas, ketiga senyawa menunjukkan bahwa arecoline memiliki tingkat toksisitas lebih tinggi dibandingkan dua senyawa lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Aldi, Y., Sabila A, W., Latifah, W., Hardini, H., & Tri SZ, K. (2022). Uji Toksisitas Pegagan Embun (*Hydrocotyle sibthorpioides* Lam.). Andalas University Press.
- Casino, P., Rubio, V., & Marina, A. (2010). The mechanism of signal transduction by two-component systems. *Current opinion in structural biology*, 20(6), 763-771.
- Cushnie, T. T., & Lamb, A. J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International journal of antimicrobial agents*, 26(5), 343-356.
- Delcour, A. H. (2009). Outer membrane permeability and antibiotic resistance. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics*, 1794(5), 808-816.
- Ebine, K., & Ueda, T. (2015). Roles of membrane trafficking in plant cell wall dynamics. *Frontiers in Plant Science*, 6, 878.
- Fakdawer, N. S., Boari, Y., & Walilo, M. (2023). Identifikasi sumber dan dampak buah pinang dalam budaya papua (studi kasus pedagang pinang di pasar youtefa Kota Jayapura). *KRITIS*, 32(2), 164-175.
- Hamidah, H., Mahrudin, M., & Irianti, R. (2022). Etnobotani Areca catechu L.(Pinang) Suku Dayak Bakumpai Bantuil Kabupaten Barito Kuala Berbentuk Buku Ilmiah Populer. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 1(4), 51-66.
- Humphrey, T. V., Bonetta, D. T., & Goring, D. R. (2007). Sentinels at the wall: cell wall receptors and sensors. *New Phytologist*, 176(1), 7-21.

- Munthe, D. A. & Ridwanto. (2022). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Pinang (*Areca Catechu* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia Coli*. *Journal of Health and Medical Science*, 14-28.
- Nuryanti, S., Linda, R., & Lovadi, L. (2015). Pemanfaatan Tumbuhan *Arecaceae* (Palem-Paleman) Oleh Masyarakat Dayak Randu'Di Desa Batu Buil Kecamatan Belimbing Kabupaten Melawi. *Protobiont*, 4(1).
- Peng, W., Liu, Y. J., Wu, N., Sun, T., He, X. Y., Gao, Y. X., & Wu, C. J. (2015). *Areca catechu* L.(*Arecaceae*): A review of its traditional uses, botany, phytochemistry, pharmacology and toxicology. *Journal of ethnopharmacology*, 164, 340-356.
- Reverchon, S., & Nasser, W. (2013). *Dickeya* ecology, environment sensing and regulation of virulence programme. *Environmental microbiology reports*, 5(5), 622-636.
- Silalahi, M. (2020). Manfaat dan toksisitas pinang (*Areca catechu*) dalam kesehatan manusia. *Jurnal Kesehatan Bina Generasi*, 11(2), 26-31.
- Solnier, J., Martin, L., Bhakta, S., & Bucar, F. (2020). Flavonoids as novel efflux pump inhibitors and antimicrobials against both environmental and pathogenic intracellular mycobacterial species. *Molecules*, 25(3), 734.
- Yan, Y., Li, X., Zhang, C., Lv, L., Gao, B., & Li, M. (2021). Research progress on antibacterial activities and mechanisms of natural alkaloids: A review. *Antibiotics*, 10(3), 318.
- Zeng, Q., Li, Z.H., Yuan, L.J., Zheng, J.X., & Zhong, H.Y. (2006). Review on the actuality and prospect of areca alkaloids. *Food and Machinery* 22, 158–161.

Kajian Konseptual: Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis Pendekatan Saintifik sebagai Solusi Permasalahan Pembelajaran Biologi Siswa Kelas XI MAN 1 Kota Kediri

Islamiati Rachmah Utami¹, Dwi Ari Budiretnani¹, Ida Rahmawati¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: uutislamiati@gmail.com

ABSTRACT

Learning issues are frequently encountered by both teachers and students. These constraints often arise due to the mismatch between the instructional media, teaching materials, or the specific learning method being employed. This literature study discusses a Project-Based Learning (PjBL) model strategy based on the Scientific Approach, which aims to address the learning problems faced in Grade XI Biology classes at MAN 1 Kota Kediri. The methodology utilized is a literature review (or systematic literature review). The results of this study suggest that the PjBL model is believed to have the potential to enhance student's conceptual understanding and increase learning motivation.

Key words:

Biology learning, Literature review, Project-based learning

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Biologi merupakan salah satu mata pelajaran yang memiliki konsep pembelajaran alam yang luas yang didalamnya terdapat kajian teori tentang kehidupan, yaitu manusia, hewan, maupun tumbuhan serta terdapat penjelasan mengenai struktur, fungsi, proses pertumbuhan, evolusi, dan taksonomi. Pembelajaran biologi sangat berperan dalam bidang pendidikan maupun teknologi, karena dengan adanya biologi manusia akan berupaya untuk mengembangkan pengetahuan serta teknologi yang berkaitan dengan kehidupan di alam semesta sehingga hasilnya dapat dijadikan sebagai ilmu pengetahuan alam baru yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Mata pelajaran biologi juga dikenal sebagai mata pelajaran yang dikembangkan melalui kemampuan analitis, induktif, dan deduktif dalam mengenali dan menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan peristiwa alam sekitar.

Mengingat pembelajaran biologi merupakan pembelajaran yang diarahkan pada penciptaan suasana aktif, kritis, analitis, dan kreatif maka diperlukan sebuah strategi, model, atau desain pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman siswa. Namun, dalam proses pembelajarannya tidak sedikit peserta didik yang mengalami kesulitan dalam menempuh kegiatan pembelajarannya. Kesulitan merupakan salah satu hambatan yang mempengaruhi pemahaman dan penyampaian pengetahuan baik dalam bentuk tulisan maupun lisan. Menurut Asrori dalam Zamzami *et al.* (2020) anak yang mengalami kesulitan belajar merupakan anak yang memiliki gangguan dalam hal penerimaan pelajaran dan penggunaan bahasa lisan atau tulisan, yang meliputi kemampuan berbicara, kemampuan pendengaran, kemampuan berpikir, kemampuan membaca, kemampuan menulis dan mengeja, serta kemampuan menghitung tidak sempurna.

Hambatan yang dapat menyebabkan peserta didik gagal dalam mengikuti proses pembelajaran dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal siswa dapat diketahui melalui hal – hal yang muncul dari dalam diri siswa, sedangkan faktor eksternal dapat diketahui dari keadaan yang datang dari luar diri siswa. Kesulitan belajar yang dialami oleh peserta didik dapat mempengaruhi hasil belajar siswa, kinerja belajar siswa, kedisiplinan siswa, dan perilaku siswa. Namun, kesulitan belajar yang dialami setiap peserta didik berbeda dalam berbagai hal, termasuk dalam hal mata pelajaran. Ada peserta didik yang dengan mudah memahami mata pelajaran A namun tidak sedikit juga peserta didik yang mengalami kesulitan dalam memahami mata pelajaran A tersebut.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang dilakukan oleh peneliti di MAN 1 Kota Kediri didapatkan informasi bahwa terdapat kendala yang dialami oleh guru dan siswa kelas XI dalam pembelajaran biologi. Kendala yang dialami oleh guru dalam proses pembelajaran biologi yaitu bahan ajar dan media yang masih belum sesuai dengan kebutuhan siswa, durasi mengajar yang sangat singkat, motivasi belajar siswa yang menurun sehingga menyebabkan suasana pembelajaran menjadi pasif. Adapun kendala yang dialami oleh siswa khususnya pada materi kelas X yaitu Kingdom Plantae, yaitu kesulitan dalam memahami materi dimana hal itu disebabkan oleh kurangnya fokus dan konsentrasi siswa. Kendala tersebut disebabkan oleh kurangnya variasi metode pembelajaran guru sehingga proses pembelajaran berlangsung secara monoton. Hal tersebut menyebabkan motivasi belajar siswa menurun sehingga siswa merasa jenuh selama mengikuti proses pembelajaran. Guru yang kurang menguasai materi dan bahan pembelajaran dapat menyebabkan miskonsepsi pada siswa.

Peran guru disini sangat dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi siswa. Peran guru diperlukan untuk mengetahui letak kesulitan belajar yang dihadapi oleh siswa serta solusinya. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, guru dapat mendesain proses pembelajaran dengan cara menciptakan suasana pembelajaran yang lebih bermakna dan relevan bagi siswa, dengan memberikan ide dan mengajak siswa untuk menggunakan idenya maupun strategi mereka sendiri dalam belajar (Ipa and Di, 2017). Guru berperan sebagai fasilitator bagi siswa untuk mencapai tingkat pemahaman yang tinggi dan berperan aktif dalam proses pembelajaran. Selain itu, kesulitan belajar yang dialami siswa meningkat dikarenakan pada awal tahun 2020 di Indonesia mengalami pandemi wabah Covid-19 sehingga kegiatan belajar mengajar di sekolah dilaksanakan secara virtual (*online*). Kesulitan belajar bertambah disebabkan oleh keterbatasan fasilitas siswa.

METODE

Metode yang digunakan dalam menulis artikel ini merupakan *studi literatur* maksudnya dalam penulisan artikel ini penulis melakukan sebuah kajian literatur terhadap sumber – sumber atau referensi yang ada kaitannya dengan penulisan karya ilmiah ini yang dikembangkan berdasarkan gagasan atau ide, temuan pada penelitian sebelumnya maupun pengetahuan atau informasi dari penulis sendiri sehingga dari hal tersebut dapat dihasilkan gagasan baru secara teoritis terkait dengan pendekatan saintifik sebagai solusi permasalahan pembelajaran biologi. Data dalam karya ilmiah ini berupa data sekunder yang bersumber dari jurnal ilmiah, artikel, serta media elektronik melalui media internet. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu berupa penelitian kepustakaan (*library research*). Teknik analisis data dalam penelitian ini terdiri dari 3 tahap, yaitu (1) *Organize* yaitu penulis mencari, menyusun, dan me-review literatur – literatur yang akan digunakan. Literatur – literatur tersebut digunakan dengan cara membaca dan mengutip untuk selanjutnya dianalisis dan dirumuskan berdasarkan informasi – informasi yang dianggap penting dalam penyusunan data penulisan karya ilmiah, (2) *Synthesize*, yaitu mengintegrasikan gagasan ide dan konsep dari literatur yang digunakan sehingga menjadi

kesatuan gagasan yang utuh, (3) *Identify*, yaitu mengidentifikasi isu atau permasalahan yang dapat dianalisis sebagai topik bahasan dalam karya tulis ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi terhadap permasalahan dalam pembelajaran biologi oleh kelas XI dilakukan dengan cara wawancara bersama guru dan instrumen angket permasalahan siswa terhadap materi kelas X. Hasil wawancara tersebut menunjukkan bahwa terdapat kendala yang dialami oleh guru dan siswa. Permasalahan yang dialami oleh guru dalam proses pembelajaran biologi yaitu bahan ajar dan media yang masih belum sesuai dengan kebutuhan siswa, durasi mengajar yang sangat singkat, motivasi belajar siswa yang menurun sehingga menyebabkan suasana pembelajaran menjadi pasif. Adapun kendala yang dialami oleh siswa dari hasil angket, yaitu kesulitan dalam memahami materi khususnya materi Kingdom *Plantae*. Siswa kelas XI menyatakan bahwa kesulitan pemahaman materi didasari oleh materi biologi yang didalamnya terlalu banyak nama ilmiah, banyaknya pengelompokan atau pengklasifikasian spesies, dan kesulitan dalam membedakan ciri – ciri tiap spesies. Ditambah lagi dengan metode pembelajaran yang monoton selama pembelajaran *daring* ini membuat motivasi belajar siswa menurun sehingga siswa merasa jenuh selama mengikuti proses pembelajaran. Guru yang kurang menguasai materi dan bahan pembelajaran dapat menyebabkan miskonsepsi pada siswa.

Peran guru disini sangat dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi siswa. Peran guru diperlukan untuk mengetahui letak kesulitan belajar yang dihadapi oleh siswa serta solusinya. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, guru dapat mendesain proses pembelajaran dengan cara menciptakan suasana pembelajaran yang lebih bermakna dan relevan bagi siswa, dengan memberikan ide dan mengajak siswa untuk menggunakan idenya maupun strategi mereka sendiri dalam belajar (Ipa dan Di, 2017). Guru berperan sebagai fasilitator bagi siswa untuk mencapai tingkat pemahaman yang tinggi dan berperan aktif dalam proses pembelajaran. Dalam proses pembelajarannya sendiri, biologi merupakan pembelajaran yang diarahkan pada penciptaan suasana aktif, kritis, analisis, dan kreatif maka diperlukan sebuah strategi, model, atau desain pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman siswa.

Dalam konteks pembelajaran Kurikulum 2013, ditujukan untuk menghasilkan generasi Indonesia yang produktif, kreatif, inovatif, dan efektif melalui penguatan sikap, keterampilan, dan pengetahuan. Penyesuaian ini dilandasi oleh perkembangan kehidupan serta ilmu pengetahuan abad ke-21 dimana ciri abad ke-21 ini merupakan abad informasi, komputasi, otomasi, dan komunikasi. Dalam pengimplementasiannya, kurikulum 2013 harus disandingkan dengan pembelajaran berbasis aktivitas yang berbasis pendekatan ilmiah dan tematik integratif. Melalui pendekatan tersebut, harapan kedepannya siswa memiliki sikap, keterampilan, dan pengetahuan yang jauh lebih baik (Pahrudin, 2019). Dalam penerapan Kurikulum 2013, pendekatan yang digunakan adalah pendekatan saintifik (*Scientific approach*). Pendekatan saintifik merupakan pendekatan berbasis keilmuan yang kegiatan inti dalam pembelajarannya terdiri dari lima tahapan kegiatan. Lima tahapan kegiatan tersebut terdiri dari kegiatan mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menalar, dan mengkomunikasikan (Umar, 2017).

Pelaksanaan pendekatan Saintifik mengarahkan peserta didik untuk mencari tahu banyak informasi dari berbagai sumber, mampu merumuskan masalah (bertanya), melatih berpikir analitis dan menekankan pada perilaku kerja sama dan berkolaborasi dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Guru disini berperan sebagai fasilitator, motivator, pengarah, pembimbing, dan penasehat (Susilo, 2016). Pendekatan saintifik disini menekankan pemahaman kepada siswa dalam mengenal, memahami berbagai materi dengan menggunakan pendekatan ilmiah bahwa informasi dapat berasal dari mana saja, kapan saja, dan tidak bergantung pada informasi dari guru. Adapun karakteristik dari pendekatan saintifik, yaitu pembelajaran berpusat pada siswa,

pembelajaran melibatkan keterampilan proses sains dalam membangun konsep, hukum, atau prinsip, melibatkan proses – proses kognitif dalam merangsang perkembangan intelektual, khususnya berpikir tingkat tinggi siswa, dan dapat mengembangkan karakter siswa (Surasmi, 2013). Untuk mendukung ketercapaian pelaksanaan pendekatan saintifik maka diperlukan model pembelajaran yang sesuai.

Model pembelajaran yang sesuai untuk mendukung tercapainya pendekatan saintifik dalam permasalahan materi Kingdom Plantae ini adalah model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) karena model pembelajaran PjBL merupakan strategi pembelajaran yang melibatkan siswa untuk mengerjakan sebuah proyek yang berguna untuk menyelesaikan suatu permasalahan di masyarakat atau lingkungan. Model pembelajaran PjBL menurut *Buck Institute for Education* (BIE) dalam Surya *et al.* (2018) lebih melibatkan siswa dalam kegiatan pembelajaran baik dalam memecahkan suatu permasalahan serta memberi peluang kepada siswa untuk dapat lebih mengekspresikan kreativitasnya sehingga hal tersebut dapat membantu mereka untuk meningkatkan hasil belajar dan kreativitas siswa. Model pembelajaran ini juga melibatkan kerja proyek secara berkelompok sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Kerja proyek disini memuat tugas – tugas kompleks berdasarkan pertanyaan dan permasalahan yang menuntut siswa untuk dapat merancang, memecahkan masalah, membuat keputusan, melakukan investigasi, serta memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar secara mandiri (Afriansyah, 2016).

Penekanan dalam model pembelajaran ini terletak pada aktivitas – aktivitas siswa untuk menghasilkan sebuah produk dengan menerapkan keterampilan meneliti, menganalisis, membuat, sampai dengan mempresentasikan produk pembelajaran berdasarkan pengalaman yang nyata. Pembelajaran ini memperkenankan siswa untuk bekerja secara mandiri maupun berkelompok dalam menghasilkan produk yang nyata (Banawi, 2019). Menurut Sani dalam (Banawi, 2019) sintaks model pembelajaran *Project Based Learning*, yaitu (1) penyajian permasalahan, (2) penyusunan perencanaan, (3) penyusunan jadwal, (4) memonitor pembuatan proyek, (5) penilaian, (6) evaluasi. Adapun hubungan kegiatan 5M dengan model pembelajaran *Project Based Learning* pada Tabel 1. (Banawi, 2019).

Tabel 1. Hubungan kegiatan 5M dengan sintaks model pembelajaran PjBL.

Kegiatan 5M	Sintaks model PjBL	Deskripsi
Mengamati	Penentuan proyek/ pertanyaan mendasar	Guru bersama peserta didik menentukan tema proyek
Menanya	Penyusunan perencanaan serta langkah-langkah penyelesaian proyek	Guru dan siswa secara kolaboratif menyusun langkah – langkah penyelesaian proyek
Mengumpulkan informasi	Penyusunan jadwal pelaksanaan proyek	Guru dan siswa secara kolaboratif menyusun jadwal pelaksanaan proyek yang terdiri dari batas waktu penyelesaian proyek
Menalar/ mengasosiasi	Pelaksanaan dan penyelesaian proyek. Guru disini berperan sebagai fasilitator dan monitor kegiatan siswa.	Guru memfasilitasi dan memonitor kegiatan peserta didik dalam melaksanakan proyek.
Mengkomunikasikan	- Penyusunan laporan dan presentasi hasil proyek. - Penilaian dan evaluasi proses dan hasil proyek	Guru memfasilitasi peserta didik dalam mempresentasikan hasil karya yang telah dibuat. Pada akhir kegiatan, guru dan siswa melakukan refleksi terhadap hasil tugas proyek.

SIMPULAN

Dari deskripsi diatas, penulis meyakini bahwa model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) berbasis pendekatan saintifik dapat membantu mengatasi permasalahan dalam pembelajaran biologi yang dirasakan oleh guru maupun siswa. Penerapan model pembelajaran proyek berbasis pendekatan saintifik pada materi Kingdom Plantae dapat membantu siswa dalam mencapai tujuan belajarnya, yaitu meningkatkan motivasi belajar serta kemampuan pemahaman siswa. Model pembelajaran proyek berbasis pendekatan saintifik lebih melibatkan siswa dalam kegiatan pembelajaran karena siswa dilibatkan langsung dalam pelaksanaan proyek. Hal ini merupakan sebuah peluang bagi siswa untuk dapat mengekspresikan kreativitasnya sehingga dapat meningkatkan kreativitas dan hasil belajar siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dra. Dwi Ari Budiretnani, M.Pd sebagai pembimbing I dan kepada ibu Ida Rahmawati, M.Sc sebagai pembimbing II serta Dr. Poppy Rahmatika Primandiri selaku dosen pengampu mata kuliah PKTI yang telah memberikan bimbingan serta dukungan dalam pembuatan artikel konseptual ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Afriansyah, Y. (2016) *Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Mekanika Teknik Di Smk 1 Mojokerto*, Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan.
- Banawi, A. (2019) 'Implementasi Pendekatan Saintifik Pada Sintaks Discovery/Inquiry Learning, Based Learning, Project Based Learning', *Biosel: Biology Science and Education*, 8(1), p. 90. doi: 10.33477/bs.v8i1.850.
- Ipa, P. and Di, S. (2017) 'Identifikasi Kesulitan Belajar Pada Siswa Kelas Xi Madrasah Aliyah Negeri 2 Batang Hari Tahun Pelajaran 2020'.
- Pahrudin, A. (2019) *Buku: Pendekatan Saintifik Dalam Implementasi Kurikulum 2013 Dan Dampaknya Terhadap Kualitas Proses Dan Hasil*.
- Surasmi, W. A. (2013) 'Penerapan Pendekatan Saintifik Dalam Proses Pembelajaran Kurikulum 2013', *SSRN Electronic Journal*, 1(2), p. 8. Available at: <http://www.eldis.org/vfile/upload/1/document/0708/DOC23587.pdf%0Ahttp://socserv2.socsci.mcmaster.ca/~econ/ugcm/3ll3/michels/polipart.pdf%0Ahttps://www.theatlantic.com/magazine/archive/1994/02/the-coming-anarchy/304670/%0Ahttps://scholar.google.it/scholar?>
- Surya, A. P., Relmasira, S. C. and Hardini, A. T. A. (2018) 'Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Kreatifitas Siswa Kelas III Sd Negeri Sidorejo Lor 01 Salatiga', *Jurnal Pesona Dasar*, 6(1), pp. 41–54. doi: 10.24815/pear.v6i1.10703.
- Susilo, M. J. (2016) 'Pembelajaran IPA Biologi berbasis scientific approach di SMP Muhammadiyah 2 Depok Sleman', *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), pp. 97–101. Available at: <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/5666>.
- Umar, M. A. (2017) 'Penerapan Pendekatan Saintifik Dengan Metode Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project-Based Learning*) dalam Materi Ekologi Muhammad Agus Umar', *BIONatural*, 4(2), pp. 1–12.
- Zamzami, Sakdiah and Nurbaiza (2020) 'Analisis Faktor Kesulitan Belajar Mata Pelajaran Biologi Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Krueng Barona Jaya Kabupaten Aceh Besar', *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 4(1), pp. 123–133. Available at: <http://jurnal.abulyatama.ac.id/index.php/dedikasi>.

Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIPA 3 SMAN 4 Kediri

Dwi Lianawati¹, Budi Utami¹, Ida Rahmawati¹

¹ Prodi Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: dwiliana433@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to determine the results of the analysis of students' critical thinking skills in biology learning. This study employed a qualitative descriptive research design. The subjects of the study were students of class X MIPA 3 at SMAN 4 Kediri. The method utilized was a participatory survey method. The results were analyzed descriptively. Based on the analysis, it was found that 64% of students still had low critical thinking skills, while 36% of students already possessed critical thinking skills. Based on the findings, students must be able to improve their critical thinking skills for more effective problem-solving in biology learning.

Key words:

Biology learning, Critical Thinking Skills, Problem-solving, Student analysis

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Menghadapi tantangan pendidikan di abad ke-21 banyak hal yang dipersiapkan dalam proses pembelajaran dan pengajaran, siswa di diharapkan untuk dapat menguasai dan menerapkan kompetensi yang mencakup keterampilan 4C yang perlu diterapkan dalam proses pembelajaran seperti berpikir kritis (*Critical Thinking*), berpikir kreatif (*Creative Thinking*), berkolaborasi (*Collaboration*), dan komunikasi (*Communication*). Salah satunya keterampilan yang harus dikembangkan dalam pembelajaran adalah keterampilan berpikir kritis agar siswa dapat menjadi pemecah masalah yang tangguh dan secara aktif membangun pengetahuan kognitifnya sendiri dan menerapkannya dalam memecahkan masalah pada pembelajaran biologi dan sekitarnya .

Berpikir kritis dapat diartikan sebagai kemampuan berpikir secara jelas dan rasional, di mana dengan berpikir kritis siswa dapat memahami permasalahan dengan lebih baik dan dapat menemukan jawaban yang terbaik terhadap permasalahan yang dihadapi. Berpikir kritis merupakan dasar dari kemauan sendiri, disiplin diri, memantau sendiri, dan memperbaiki pikiran sendiri untuk dapat berkomunikasi dan memecahkan persoalan secara lebih efektif (Sihotang, 2010). Kemampuan berpikir kritis siswa dalam bidang studi biologi menjadi tujuan yang penting dalam belajar ilmu biologi, dan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang baik ditunjang oleh kualitas pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah, sehingga diharapkan melalui penerapan model pembelajaran yang baik dan efektif yang dilaksanakan di sekolah mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Budiwati dan Permana, 2010).

Wina Sanjaya (2007) mengemukakan bahwa salah satu kelemahan proses pembelajaran yang dilaksanakan para guru adalah kurang adanya usaha pengembangan kemampuan berpikir siswa. Dalam setiap proses pembelajaran pada mata pelajaran apapun guru lebih banyak

mendorong agar siswa dapat menguasai sejumlah materi pelajaran. Masalah yang sering muncul di sekolah adalah lemahnya proses pembelajaran, sehingga tujuan pembelajaran tidak dapat tercapai. Hal ini dikarenakan proses pembelajaran di kelas diarahkan pada kemampuan anak untuk menghafal dan menimbun informasi tanpa dituntut untuk memahami informasi yang diingatkannya itu untuk menghubungkan dengan kehidupan sehari-hari. Guru selalu menuntut siswa untuk belajar, tetapi tidak mengajarkan bagaimana siswa seharusnya belajar dan menyelesaikan masalah (Julaikha, 2010).

Berdasarkan deskripsi di atas, pemberdayaan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa khususnya pada pembelajaran biologi penting untuk ditingkatkan. Dengan meningkatnya keterampilan berpikir kritis siswa akan lebih mandiri dalam memecahkan masalah yang ada di sekitarnya.

METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode survey partisipatif yang dilaksanakan pada bulan November 2021 dengan menggunakan instrumen angket keterampilan kritis yang disebarkan melalui *google form*. Subjek penelitian ini yaitu siswa kelas X MIPA 3 di SMAN 4 Kediri sebanyak 14 siswa. Angket berpikir kritis ini diadaptasi dari Peter Honey (2004) yang dikembangkan oleh Naeini (2005) mencakup indikator analisis, inferensi, evaluasi dan penalaran yang berisi 30 item dengan 5 skala yaitu “tidak pernah” diberi skor 1, “jarang” diberikan skor 2, “kadang – kadang” diberikan skor 3, “sering” diberikan skor 4 dan “selalu” diberikan skor 5. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif dimana siswa yang mendapat skor 65 ke atas dianggap memiliki keterampilan berpikir kritis yang tinggi dan siswa yang mendapat skor 65 ke bawah dianggap sebagai pemikir kritis yang rendah (Farahani, 2013).

Tabel 1. Angket keterampilan berpikir kritis (Honey, 2004)

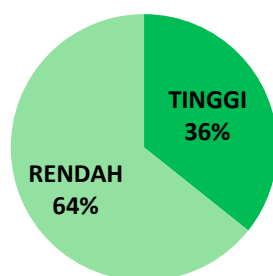
No	Pernyataan
1.	Saya membuat catatan tentang beberapa hal penting dari beberapa argumen orang lain .
2.	Saya mempraktekkan asumsi yang mendasari argumen atau suatu pernyataan
3.	Saya menyatakan alasan saya untuk menerima atau menolak argumen dan Suatu pernyataan
4.	Saya memasukkan materi yang telah saya baca atau lihat ke dalam kata-kata saya sendiri untuk membantu saya memahaminya
5.	Saya membedakan antara fakta dan opini.
6.	Saya memeriksa ulang fakta yang di sampaikan untuk melihat keakurasianya
7.	Saya bertukar pendapat serta pemahaman orang lain tentang masalah yang dihadapi
8.	Saya mencari kesejajaran dan persamaan antara tindakan yang berbeda yang dilakukan setiap orang.
9.	Saya merangkum apa yang telah saya dengar atau baca untuk memastikan bahwa saya telah memahaminya dengan benar
10.	Saya menguraikan materi sehingga saya dapat memahami sehingga ide akan muncul.
11.	Saya menilai guru saat menyajikan materi
12.	Saya berperan sebagai pemateri terhadap teman teman saya untuk meningkatkan pemahaman saya tentang argumen.
13.	Saat saya berargumentasi saya mempunyai bukti bukti untuk mendukung tersebut
14.	Saya menyanggah argumen (pendapat) yang tampaknya kurang tepat
15.	Saya mendengarkan pendapat orang lain
16.	Saya mengajukan pertanyaan untuk memperkuat pemahaman saya tentang Materi

17.	Saya menetapkan dugaan saya yang menjadi dasar argumen (pendapat)
18.	Saya menarik kesimpulan dari data yang telah saya analisis untuk memutuskan apakah akan menerima atau menolak argumen (pendapat) orang lain
19.	Saya meminta masukan dari orang lain untuk memperluas pemahaman saya tentang suatu materi biologi yang belum saya pahami
20.	Saya menganalisis pernyataan untuk melihat apakah logikanya masuk akal
21.	Saya mengesampingkan prasangka saya untuk penilaian argumen(pendapat) dengan cara yang objektif dan tidak memihak.
22.	Saya mencatat setiap materi hanya pada poin poin utama
23.	Saya mencari beberapa referensi dari pada hanya berkonsentrasi pada apa yang ada dan tidak melakukan apa apa
24.	Saya membuat kesimpulan saya sendiri daripada membiarkan diri saya bingung oleh pendapat orang lain
25.	Saya menetapkan tujuan pemaparan materi yang mendasari argumen atau
26.	Saya mempelajari informasi baru untuk melihat apakah saya perlu mengevaluasi kembali kesimpulan sebelumnya.
27.	Saya mencari informasi lain yang belum saya ketahui dari pada hanya fokus pada salah satu saja .
28.	Saya mencari informasi baru untuk menambah pemahaman saya terhadap materi biologi
29.	Saya mengajukan pertanyaan terkait materi yang belum saya pahami
30.	Saya membuat kriteria penilaian untuk mengevaluasi pendapat orang lain dan proposisi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di SMAN 4 Kediri pada kelas X MIPA 3 didapatkan hasil pada gambar 1 dibawah ini.

KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS X MIPA 3



Gambar 1. Hasil analisis keterampilan berpikir kritis siswa

Gambar 1 dapat dilihat bahwa keterampilan berpikir kritis siswa kelas X MIPA 3 menunjukkan jika sejumlah 64% masih memiliki keterampilan berpikir kritis rendah dan sejumlah 34% siswa sudah memiliki keterampilan berpikir kritis yang tinggi. Data dari hasil analisis keterampilan berpikir kritis menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa masih perlu ditingkatkan. Menurut Agnafia (2019) belum optimalnya kemampuan berpikir kritis siswa dapat disebabkan siswa belum terbiasa berlatih indikator-indikator dari kemampuan berpikir kritis, serta kurangnya pembelajaran dengan membiasakan siswa untuk meningkatkan kemampuan berpikirnya.

Indikator keterampilan berpikir kritis yang diungkapkan oleh Naeini (2005) untuk menilai kemampuan berpikir analisis, evaluasi, inferensi, dan penalaran. Dimana kemampuan analisis ini dijelaskan kemampuan siswa untuk mengidentifikasi hubungan inferensial antara pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi atau bentuk lain dari representasi untuk mengungkapkan keyakinan, penilaian, pengalaman, alasan, informasi dan opini. Kemampuan evaluasi menjelaskan tentang kemampuan siswa dalam mengembangkan ketrampilan dalam menilai kredibilitas atau nilai pernyataan dan cara yang diberikan sehubungan dengan peraturan, prinsip dan prosedur. Kemampuan inferensi menjelaskan bahwa kemampuan siswa dalam mengembangkan keterampilan dalam menarik kesimpulan yang relevan dari data, pernyataan, penilaian, pertanyaan dan konsep (Rizki et al, 2019). Menurut Sumarmo dalam Abdurahman (2014) penalaran digolongkan menjadi dua yaitu penalaran induktif yang merupakan suatu proses berpikir yang berupa penarikan kesimpulan umum (berlaku untuk semua) atas dasar pengetahuan yang bersifat fakta yang nantinya ditarik kesimpulan. Sedangkan penalaran deduktif adalah penarikan kesimpulan berdasarkan aturan yang telah disepakati.

Hal lainnya yang juga mendasari tinggi rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi yaitu kemampuan kognitif siswa yang kurang diasah dengan baik. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Bradley et al. (2007), bahwa tingkat perkembangan kognitif ternyata menjadi modal awal seseorang untuk dapat melakukan aktivitas berpikir kritis. Selain itu, hal yang mendasari lainnya seperti interaksi antara guru dengan siswa juga berpengaruh karena guru perlu memperhatikan proses berpikir siswa agar tidak terhenti atau keluar jalur (Fariha, 2013). Faktor lain yang mempengaruhi adalah gaya belajar siswa (Rokayana & Efendi, 2017).

Kemampuan berpikir kritis siswa juga mempengaruhi hasil belajar biologi. Siswa dengan kemampuan berpikir kritis tinggi akan mampu mendapatkan hasil belajar yang tinggi pula. Sebaliknya jika kemampuan berpikir kritis siswa rendah maka hasil belajarnya juga rendah. Peran guru sebagai fasilitator dapat mengelola pembelajaran di kelas dengan baik agar mendapatkan kompetensi yang diharapkan. Menurut Erwanto (2020) Pemilihan model pembelajaran yang tepat dapat memacu semangat setiap siswa untuk secara aktif ikut terlibat dalam pengalaman belajarnya serta mampu mengembangkan keterampilan berpikir.

SIMPULAN

Hasil dari penelitian bahwa keterampilan berpikir kritis siswa kelas X MIPA 3 menunjukkan jika sejumlah 64% masih memiliki keterampilan berpikir kritis rendah dan sejumlah 34% siswa sudah memiliki keterampilan berpikir kritis yang tinggi. Dimana Kemampuan berpikir kritis siswa dalam bidang studi biologi menjadi tujuan yang penting dalam belajar ilmu biologi, dan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang baik ditunjang oleh kualitas pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah, sehingga diharapkan melalui penerapan model pembelajaran yang baik dan efektif yang dilaksanakan di sekolah mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dra. Budhi Utami, M.Pd dan Ida Rahmawati, M.Sc selaku dosen pembimbing dan Dr. Poppy Rahmatika Primandiri, M.Pd selaku dosen pengampu mata kuliah PKTI yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis sehingga dapat menulis artikel ini dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdurahman, D., 2014. Meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi serta disposisi Matematik siswa SMP melalui pembelajaran inkuiri terbimbing. *Unpublished Master's thesis*. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Agnafia, D.N., 2019. Analisis kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran Biologi. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 6(1), pp.45-53.
- Bradley, J., et.al. 2007. Critical Thinking at Calvin College. <http://www.calvin.edu/admin/provost/assessment/criticalthinking/cttf-report.pdf>. [Diakses tanggal 07 januari 2022].
- Budiwati, N. and Permana, L. 2010. Perencanaan Pembelajaran Ekonomi. *Bandung: Laboratorium Pendidikan Ekonomi dan Koperasi, UPI*.
- Erwanto, E., 2020. Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Konsep Keanekaragaman Hayati Melalui Problem Based Learning. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 6(3), pp.578-587.
- Fariha, M., 2012. Kemampuan berpikir kritis matematis dan kecemasan matematika dalam pembelajaran dengan pendekatan problem solving (studi eksperimen pada kelas x man rukoh kota banda aceh). *Jurnal Peluang*, 1(2).
- Forood, S.M. and Farahani, A.A.K., 2013. A comparative study between the performance of Iranian high and low critical thinkers on different types of reading comprehension questions. *Theory and Practice in Language Studies*, 3(9), pp.1710-1716.
- Honey, P. 2004. Critical Thinking Questionnaire. Retrieved Oct, 2004 From The World Wide Web: <http://www.peterhoney.com>.
- Julaikha. 2010. Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Intruction melalui Metode Diskusi dan Teknik Two Stay Two Stray terhadap kemampuan berpikir Kritis Siswa pada Mata Pelajaran Ekonomi (Studi Eksperimen Kuasi Pada Siswa Kelas X SMA Pasundan 8 Bandung). *UPI: Tidak diterbitkan*.
- Khoiriyah, D.L., 2019. EFEKTIFITAS MODEL DISCOVERY LEARNING BERBANTUAN GNOMIO DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA PELAJARAN EKONOMI DI SMAN 2 TEMANGGUNG (Doctoral dissertation, UNNES).
- Naeini, J. 2005. The Effects Of Collaborative Learning On Critical Thinking Of Iranian Efl Learners. *Unpublished Master Thesis, Islamic Azad University Of Tehran, Central Branch, Iran*.
- Najmina, N., 2017. Meningkatkan Sikap Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa Melalui Model *Cooperatif Learning Tipe Group Investigation* dalam Mata Pelajaran PPKn.
- Rizki, M.E., Lesmono, A.D. and Supriadi, B., 2019. ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA DALAM MENYELESAIKAN OPEN-ENDED QUESTION PADA MATERI FLUIDA STATIS DI SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 8(4), pp.288-294.
- Rokayana, N.W., 2017. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP pada Mata Pelajaran IPA Ditinjau dari Gaya Belajar Visual. *SEJ (Science Education Journal)*, 1(2), pp.84-91.
- Sanjaya, W., 2019. Strategi pembelajaran berorientasi standar proses pendidikan.
- Sihotang, H., 2010. Hubungan Antara Kemampuan Berpikir Kritis dan Gaya Belajar Dengan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas VIII SMP Negeri 255 Jakarta. *Jurnal Dinamika Pendidikan*, 3(3), pp.160-169.

Keanekaragaman Genetik Kerbau (*Bubalus sp.*) di Asia Tenggara melalui Kajian Gen *Cytochrome b* (*cyt b*) *in-Silico*

Nadia Shafira Eka Putri¹, Pramesti Eka Putri Nugraha¹, Alfina Izul Ula¹, Deva Putri Dianingsih¹, Yumna Ghina Ilma¹, Agus Muji Santoso¹

¹ Progam Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: nadiasshfrep@gmail.com

ABSTRACT

Water buffalo (*Bubalus sp.*) is a livestock species that originated from the wild buffalo domesticated in India and now is widely distributed, including in Southeast Asia. In Southeast Asia, water buffalo are utilized as draft animals, for meat production, and in traditional ceremonies. The significance of this species necessitates studies on its genetic diversity to support breeding programs and understand its evolutionary history. This article aims to investigate the genetic diversity of the water buffalo (*Bubalus bubalis*) in Southeast Asia through an *in-silico* study. The implemented methodology is an exploratory descriptive research design, which involved the inventory of Cytochrome b (*cyt b*) gene sequences from the NCBI GenBank database. The inventory results found a total of 38 *cyt b* gene sequences of *Bubalus bubalis* originating from Southeast Asia. These sequences originated from the Philippines (25 samples, 906 bp), Indonesia (3 samples, 906 bp), Thailand (10 samples, varying from 359 bp to 1117 bp), and Vietnam (1 sample, 560 bp). The difference in gene length caused variation in the gene sequences. These variations included nucleotide substitution patterns such as transitions (C→T, T→C, G→A) and transversions (A→T, T→A, C→A, A→C), as well as a cytosine insertion. This variation is important as it can potentially influence the genetic variability of the water buffalo population in Southeast Asia.

Key words:

Genetic Diversity, *Bubalus bubalis*, Cytochrome b, Southeast Asia

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Kerbau (*Bubalus sp.*) adalah spesies ternak dengan distribusi geografis luas di Asia, Afrika, dan Eropa, berasal dari proses domestikasi kerbau liar di India (Yuliani *et al.*, 2021). Di Asia Tenggara, kerbau memiliki signifikansi ekologis dan sosio-ekonomi yang tinggi, dimanfaatkan secara multifungsi sebagai hewan pekerja (seperti penarik cikar atau pembajak sawah), sumber protein (pedaging), dan memiliki peran sentral dalam ritual adat dan kebudayaan lokal (Hariyadi *et al.*, 2022). Oleh karena pemanfaatannya yang luas, kerbau menjadi prioritas utama dalam kajian keanekaragaman genetik. Penelitian ini esensial untuk mendukung program pemuliaan selektif jangka panjang (Mastrochirico-Filho *et al.*, 2019). Evaluasi variabilitas genetik adalah prasyarat dasar untuk mencegah hilangnya keragaman genetik (Edea *et al.*, 2018), sekaligus memberikan wawasan filogenetik mengenai sejarah evolusi spesies di Asia Tenggara (Goyal *et al.*, 2017).

Kompleksitas hubungan kerbau dan masyarakat, yang tercermin dalam praktik etnozologi, menuntut upaya konservasi terencana agar galur genetik unggul dapat dikelola secara optimal (Borghese, 2017). Secara teknis, studi keragaman genetik mengandalkan analisis genom mitokondria (mtDNA), menggunakan penanda molekuler seperti *D-loop*, *Cytochrome b* (*cyt b*), dan *Cytochrome Oxidase I* (COI) untuk menentukan kekerabatan (Kumar *et al.*, 2007; Saputra *et al.*, 2013; Paraguas *et al.*, 2018). Meskipun *cyt b* terbukti memiliki keragaman sekuens lebih tinggi daripada COI (Tobe *et al.*, 2010), ia dinilai sebagai penanda efisien untuk karakterisasi genetik pada tingkat genus (Konishi *et al.*, 2019; Triesita *et al.*, 2018).

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini berfokus pada analisis komprehensif terhadap keanekaragaman genetik populasi kerbau. Informasi yang dihasilkan diharapkan mampu meningkatkan mutu genetik dan memperkaya literatur ilmiah tentang pengelolaan sumber daya genetik *Bubalus sp.* di Asia Tenggara.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada periode April hingga Juli 2024 di Kampus 1 Universitas Nusantara PGRI Kediri dengan menggunakan metode deskriptif eksploratif, yang berfokus pada inventarisasi dan karakterisasi data genetik. Materi penelitian primernya adalah sekuens gen *Cytochrome b* (*cyt b*) dari spesies kerbau (*Bubalus bubalis*), yang diperoleh dari basis data publik NCBI GenBank (National Center for Biotechnology Information) melalui alamat <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari dua unit laptop (Asus Vivobook Go 14 dengan RAM 8 GB dan Asus X453S dengan RAM 2 GB) yang terhubung ke internet untuk proses pengunduhan data, sedangkan perangkat lunak yang dimanfaatkan adalah Notepad untuk manipulasi data teks dan aplikasi BioEdit Sequence Alignment Editor (Versi 7.2.5.0) untuk analisis sekuens. Prosedur penelitian meliputi inventarisasi data dari GenBank dengan memasukkan kata kunci spesifik "*Bubalus bubalis cyt b*" dan mengunduh sekuens yang sesuai. Selanjutnya, semua sekuens gen *Bubalus bubalis cyt b* disalin secara berurutan ke dalam Notepad, diberi label sesuai nama spesies, dan disimpan dalam format .fasta, yang merupakan standar format data sekuens biologi. Langkah terakhir adalah preparasi dan karakterisasi sekuens menggunakan aplikasi BioEdit; aplikasi ini berfungsi memfasilitasi visualisasi urutan nukleotida dan menentukan panjang sekuens DNA dalam satuan pasangan basa (*base pair*, bp) untuk setiap sampel, sebelum kemudian sampel dikarakterisasi dan disimpan ulang dalam format .fasta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil inventarisasi gen *cyt b* *Bubalus bubalis* dari laman Genbank NCBI didapati 38 sekuen gen *cyt b* *B. bubalis* di wilayah Asia Tenggara yang tercantum sebagai berikut:

Tabel 1. Inventarisasi sekuen gen *cyt b* *Bubalus bubalis* Filipina dari Genbank NCBI

No	Tahun	Kode Akses	Nama Spesies	Panjang Gen (bp)
1	2023	OQ460308	<i>B. bubalis</i> isolate OCM15	906
2	2021	OQ460316	<i>B. bubalis</i> isolate CAR32	906
3	2021	OQ460317	<i>B. bubalis</i> isolate CLD03	906
4	2023	OQ460329	<i>B. bubalis</i> isolate GP204	906
5	2023	OQ460330	<i>B. bubalis</i> isolate BHL13	906
6	2023	OQ460331	<i>B. bubalis</i> isolate AU10	906
7	2023	OQ460335	<i>B. bubalis</i> isolate BTS07	906
8	2023	OQ460336	<i>B. bubalis</i> isolate CAG43	906
9	2023	OQ460337	<i>B. bubalis</i> isolate CAL09	906
10	2023	OQ460352	<i>B. bubalis</i> isolate CPZ21	906
11	2023	OQ460369	<i>B. bubalis</i> isolate DVO20	906

12	2023	OQ460377	<i>B. bubalis</i> isolate G-ILL09	906
13	2023	OQ460391	<i>B. bubalis</i> isolate GMR23	906
14	2023	OQ460392	<i>B. bubalis</i> isolate ILO20	906
15	2023	OQ460394	<i>B. bubalis</i> isolate LA01	906
16	2023	OQ460397	<i>B. bubalis</i> isolate SK12	906
17	2023	OQ460407	<i>B. bubalis</i> isolate NCOT12	906
18	2023	OQ460408	<i>B. bubalis</i> isolate PA04	906
19	2023	OQ460425	<i>B. bubalis</i> isolate SCOT24	906
20	2023	OQ460447	<i>B. bubalis</i> isolate SK29	906
21	2023	OQ460453	<i>B. bubalis</i> isolate SMR06	906
22	2023	OQ460471	<i>B. bubalis</i> isolate SRN25	906
23	2023	OQ460475	<i>B. bubalis</i> isolate TAL11	906
24	2023	OQ460476	<i>B. bubalis</i> isolate LYT05	906
25	2023	OQ460478	<i>B. bubalis</i> isolate ZAM43	906

Berdasarkan tabel 1, hasil inventarisasi *Genbank* diperoleh 25 sekuen gen *cyt b Bubalus bubalis* yang berasal dari Filipina yaitu *B. bubalis* isolate OCM15, *B. bubalis* isolate CAR32, *B. bubalis* isolate CLD03, *B. bubalis* isolate GP204, *B. bubalis* isolate BHL13, *B. bubalis* isolate AU10, *B. bubalis* isolate BTS07, *B. bubalis* isolate CAG43, *B. bubalis* isolate CAL09, *B. bubalis* isolate CPZ21, *B. bubalis* isolate DVO20, *B. bubalis* isolate G-ILL09, *B. bubalis* isolate GMR23, *B. bubalis* isolate ILO20, *B. bubalis* isolate LA01, *B. bubalis* isolate SK12, *B. bubalis* isolate NCOT12, *B. bubalis* isolate PA04, *B. bubalis* isolate SCOT24, *B. bubalis* isolate SK29, *B. bubalis* isolate SMR06, *B. bubalis* isolate SRN25, *B. bubalis* isolate TAL11, *B. bubalis* isolate LYT05, *B. bubalis* isolate ZAM43. Masing-masing sampel gen *cyt b Bubalus bubalis* yang dikoleksi dari Filipina memiliki panjang sekuen yang sama yaitu 906 bp.

Berdasarkan tabel 2, hasil inventarisasi *Genbank* diperoleh 3 sekuen gen *cyt b Bubalus bubalis* yang berasal dari Indonesia yaitu *B. bubalis* isolate Bg2, *B. bubalis* isolate Yg2, *B. bubalis* isolate Md. Masing-masing sampel *cyt b* yang dikoleksi dari Indonesia memiliki panjang gen yang sama yaitu 906 bp.

Tabel 2. Inventarisasi sekuen gen cyt b Bubalus spp. Indonesia dari Genbank NCBI

No	Tahun	Kode Akses	Nama Spesies	Panjang Gen (bp)
1	2019	MK499429	<i>B. bubalis</i> isolate Bg2	906
2	2019	MK499432	<i>B. bubalis</i> isolate Yg2	906
3	2019	MK499433	<i>B. bubalis</i> isolate Md	906

Tabel 3. Inventarisasi sekuen gen cyt b Bubalus bubalis Thailand dari Genbank NCBI

No	Tahun	Kode Akses	Nama Spesies	Panjang Gen (bp)
1	2016	EF52451	<i>B. bubalis</i>	1025
2	2016	FJ556569	<i>B. bubalis</i> isolate Buffalo03	1117
3	2023	OK181421	<i>B. bubalis</i> isolate 1An20_1	359
4	2023	OK181423	<i>B. bubalis</i> isolate An29_1	359
5	2023	OK181425	<i>B. bubalis</i> isolate 2Ma29_1	359
6	2023	OK181426	<i>B. bubalis</i> isolate Cu29_1	359
7	2023	OK181427	<i>B. bubalis</i> isolate 2Cu29_1	359
8	2023	OK181430	<i>B. bubalis</i> isolate 3Cu31_1	359
9	2023	OK181431	<i>B. bubalis</i> isolate 4An31_1	359
10	2023	OK181432	<i>B. bubalis</i> isolate 1Ae31_1	359

Berdasarkan tabel 3, hasil inventarisasi *Genbank* diperoleh 10 sekuen gen *cyt b Bubalus bubalis* yang berasal dari Thailand yaitu *B. bubalis*, *B. bubalis* isolate Buffalo03, *B. bubalis* isolate

1An20_1, *B. bubalis* isolate An29_1, *B. bubalis* isolate 2Ma29_1, *B. bubalis* isolate Cu29_1, *B. bubalis* isolate 2Cu29_1, *B. bubalis* isolate 3Cu31_1, *B. bubalis* isolate 4An31_1, *B. bubalis* isolate 1Ae31_1. Masing-masing sampel cyt b yang dikoleksi dari Thailand memiliki panjang gen yang berbeda. Spesies *B. bubalis* memiliki panjang gen 1025 bp, spesies *B. bubalis* isolate Buffalo03 memiliki panjang gen 1117 bp. Sedangkan spesies *B. bubalis* isolate 1An20_1, *B. bubalis* isolate An29_1, *B. bubalis* isolate 2Ma29_1, *B. bubalis* isolate Cu29_1, *B. bubalis* isolate 2Cu29_1, *B. bubalis* isolate 3Cu31_1, *B. bubalis* isolate 4An31_1, *B. bubalis* isolate 1Ae31_1 memiliki panjang 359 bp.

Tabel 4. Inventarisasi sekuen gen cyt b *Bubalus bubalis* Vietnam dari Genbank NCBI

No	Tahun	Kode Akses	Nama Spesies	Panjang Gen (bp)
1	2016	GQ154521	<i>B. bubalis</i>	560

Berdasarkan tabel 4, hasil inventarisasi dari Genbank diperoleh 1 sekuen gen *Bubalus bubalis* yang berasal dari Vietnam yaitu *B. bubalis* dengan panjang gen 560 bp. Adanya perbedaan panjang gen menimbulkan perbedaan sekuen gen pada beberapa lokasi. Perbedaan tersebut disajikan pada tabel 5. Pengelompokan perbedaan menganut pola perubahan nukleotida yaitu insersi dan substitusi. Ada dua macam substitusi, yaitu transisi dan transversi.

Berdasarkan Tabel 5, ada 3 pola perubahan nukleotida transisi yang ditemukan. Pertama, transisi C→T yang ditemukan pada nomor 115 dan 670. Kedua, transisi T→C pada nomor 550 dan 565 serta transisi G→A hanya ditemukan pada nomor 754. Sebaliknya, terdapat 4 pola transversi yaitu A→T pada nomor 430 dan 475; T→A pada nomor 438; C→A pada nomor 451, kemudian A→C pada nomor 860. Terdapat 1 pola insersi sitosin pada nomor 103.

Tabel 5. Tabel Insersi dan Substitusi (Transisi dan Transversi)

Sample	Sites										
	103*	115	430	438	451	475	550	565	670	754	860
OQ460308.1	-	C	A	T	C	A	T	T	C	G	A
OQ460316.1	-	.	.	.	.	.	C	C	T	.	.
OQ460317.1	-	.	.	.	.	T	C	.	.	A	.
OQ460329.1	-	.	.	.	.	T	C	.	.	A	.
OQ460330.1	-	.	.	.	.	.	C	C	T	.	.
OQ460331.1	-	.	.	.	.	.	C	C	T	.	.
OQ460335.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460336.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460337.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460335.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460369.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460377.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460391.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460392.1	-	.	.	.	.	.	C	C	T	.	.
OQ460397.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460401.1	-	.	.	.	.	.	C	C	T	.	.
OQ460408.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460425.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460447.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460453.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.

OQ460471.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460475.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460476.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OQ460478.1	-	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
MK499429.1	C	.	T	.	A	.	C	.	T	A	.
gb | MK499432.1	C	T	T	.	A	.	C	.	T	A	.
MK499433.1	C	.	T	.	A	.	C	.	T	A	.
EF529451.1	-	-	.	.	.	.	C	.	T	.	C
FJ556569.1	C	.	.	.	.	.	C	.	T	.	.
OK181421.1	C	T	T	A	-	-	-	-	-	-	-
OK181423.1	C	T	T	A	-	-	-	-	-	-	-
OK181425.1	C	T	T	A	-	-	-	-	-	-	-
OK181426.1	C	T	T	A	-	-	-	-	-	-	-
OK181427.1	C	T	T	A	-	-	-	-	-	-	-
OK181430.1	C	T	T	A	-	-	-	-	-	-	-
OK181431.1	C	T	T	A	-	-	-	-	-	-	-
OK181432.1	C	T	T	A	-	-	-	-	-	-	-
gb | GQ154521.1	-	-	.	.	.	.	C	.	T	.	-

Catatan: *Inseri

Beberapa transisi pada sampel *Bubalus bubalis* adalah C→T. Menurut Coulondre dalam Primandiri (2021), Frekuensi transisi C→T yang tinggi dapat disebabkan oleh metilasi nukleotida. Secara historis, metilasi DNA ditemukan pada mamalia sejak DNA diidentifikasi sebagai materi genetik. Metilasi DNA merupakan mekanisme epigenetik yang melibatkan pemindahan gugus metil ke posisi C5 sitosin untuk membentuk 5-metilsitosin (5mC). Selanjutnya, gugus amina dari 5mC di deaminasi oleh AID/APOBEC mengubah 5mC menjadi timin (Moore, 2013). Deaminasi sitosin termetilasi dapat menyebabkan tingkat transisi yang sangat tinggi di beberapa tempat. Metilasi DNA sitosin penting dalam mempengaruhi transkripsi gen yang menyebabkan adanya keragaman spesies *B. bubalis* yang ada di Asia Tenggara.

SIMPULAN

Hasil inventarisasi sekuens gen *Cytochrome b* (*cyt b*) *Bubalus bubalis* dari laman NCBI GenBank mengidentifikasi total 14 sekuens di Asia Tenggara. Sekuens dari Indonesia (3 sampel, isolat Yg2 dan Md) seragam dengan panjang 906 bp. Koleksi Thailand (10 sampel) menunjukkan panjang bervariasi antara 359 bp hingga 1117 bp, sedangkan Vietnam (1 sampel) 560 bp.

Perbedaan panjang gen dan variasi sekuens antar lokasi ini disebabkan oleh pola perubahan nukleotida. Pola substitusi yang teridentifikasi mencakup transisi (C→T, T→C, G→A) dan transversi (A→T, T→A, C→A, A→C), serta adanya peristiwa insersi sitosin pada beberapa sampel. Variasi pada tingkat sekuens dan panjang gen ini secara langsung mempengaruhi tingkat keragaman genetik pada populasi kerbau di Asia Tenggara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kelancaran pelaksanaan proyek ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pengampu mata kuliah Biokomputasi, Dr. Agus Muji Santoso, S.Pd., M.Si., atas bimbingan akademik yang telah diberikan sehingga kami memperoleh pemahaman terhadap materi yang sebelumnya belum dikuasai.

Apresiasi turut disampaikan kepada seluruh pihak yang berkontribusi dalam penyelenggaraan seminar nasional ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Kumar, S., Nagarajan, M., Sandhu, J. S., Kumar, N., Behl, V., & Nishanth, G. (2007). Mitochondrial DNA analyses of Indian water buffalo support a distinct genetic origin of river and swamp buffalo. *Anim. Genet.* 38:227–232. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2007.01602.x>
- Mastrochirico-Filho, V. A., Pazo, F., Del Hata, M. E., Villanova, G. V., Foresti, F., Vera, M., Martinez, P., Porto-Foresti, F., & Hashimoto, D. T. (2019). Assessing genetic diversity for a pre-breeding program in *Piaractus mesopotamicus* by snps and ssrs. *Genes.* 10:668. <https://doi.org/10.3390/genes1009066>
- Moore, L., Le, T. & Fan, G. (2013). DNA Methylation and Its Basic Function. *Neuropsychopharmacol* 38, 23–38. <https://doi.org/10.1038/npp.2012.112>
- Paraguas, A. M., Cailipan, T. P. C., Flores, E. B., & Villamor, L. P. (2018). Morphology and phylogeny of swamp buffaloes (*Bubalus bubalis*) in Calayan Island, Cagayan. *Philipp. J. Vet. Anim. Sci.* 44:59-67.
- Primandiri, P. R., Amin, M., Zubaidah, S., & Santoso, A. M. (2021, May). Sequences of Trypsin Inhibitor Gene on *Jatropha curcas* L. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 743, No. 1, p. 012076). IOP Publishing.
- Saputra, F., Jakaria, & Sumantri, C. (2013). Genetic variation of mtDNA cytochrome oxidase subunit I (COI) in local swamp buffaloes in Indonesia. *Med. Pet.* 36:165–170. <https://doi.org/10.5398/medpet.2013.36.3.165>
- Triesita, N. I. P., Masrurroh, I. H, Sulistiono, Amin, M., & Santoso, A. M. (2018, September). Profil Gen cyt b Genus *Rana* Pada Genbank. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan dan Pembelajaran* (vol 2. 757-761).
- Yuliani, D. H., Kholifah, S. N., & Prihantini, R. (2021). The origin and domestication of Indonesian buffalo: A review. *Jurnal Ilmu Ternak*, 21(2), 114-122.
- Tobe, S. S., Kuntjoro, J., & Poerwanto, B. (2010). Comparison of mitochondrial Cytochrome *b* and Cytochrome Oxidase I genes as molecular markers for identifying *Anopheles* mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Lampung, Indonesia. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(4), 22-26.
- Konishi, A., Muto, N., Hirano, T., Ohsugi, T., Watanabe, N., & Oikawa, M. (2019). Development of universal primers for identifying *Plasmodium* species in wild birds by PCR-RFLP analysis of mitochondrial cytochrome *b* gene. *Parasitology Research*, 118(1), 373-380.
- Goyal, R., Kumar, S., Gupta, N., Gupta, S. C., & Singh, R. K. (2017). Genetic diversity and relationship among Indian buffalo breeds based on microsatellite markers. *Journal of Genetics*, 96(3), 475-481.
- Hariyadi, M., Arief, I. I., & Budiman, B. A. (2022). The role of Indonesian swamp buffalo in supporting food security: A mini-review. *Veterinary World*, 15(1), 195-201.
- Edea, Z., Assefa, D., & Ayalew, S. (2018). Review on genetic diversity and conservation of indigenous livestock in Ethiopia. *Journal of Animal Research*, 8(3), 391-401.
- Borghese, A. (2017). Buffalo production and research. CAB International.

Analisis *In Silico* Senyawa Kimia pada Daun *Anredera cordifolia* (Binahong) sebagai Antidiabetes

Loviana Erwinda Sari¹, Dhinar Kresna Shaktinastiti¹, Dimas Bayu Bukhori¹, Early Nur Rahma¹, Agus Muji Santoso²

¹ Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: lopinawinda@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this study was to identify chemical compounds in *Anredera cordifolia* leaves with antidiabetic potential using an *in silico* approach. Four compounds were analyzed, namely morin, myricetin, vitexin, and isovitexin. The study employed *in silico* analysis using several bioinformatics platforms, including SwissADME, Way2Drug, and ProTox-3.0. The results indicated that morin was the most promising candidate, as it fulfilled all Lipinski's Rule of Five criteria, exhibited high gastrointestinal absorption, and belonged to a low toxicity class with an LD₅₀ value of 3919 mg/kg. In contrast, the other compounds demonstrated limitations in pharmacological feasibility and toxicity profiles. This study supports the potential utilization of *Anredera cordifolia* leaves as a natural source of antidiabetic compounds for the development of alternative therapeutic agents.

Key words:

Anredera cordifolia, Antidiabetic compounds, *In silico* analysis, Toxicity prediction

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Binahong (*Anredera cordifolia*) adalah tanaman famili *Basellaceae* yang mudah tumbuh dimana saja, terlebih binahong mudah sekali untuk beradaptasi, tidak banyak orang yang tahu bahwa binahong atau dengan nama lain *Anredera cordifolia* ini memiliki banyak manfaatnya. Menurut (Makalalag *et. al* 2013) menyatakan bahwa binahong adalah tanaman yang multiguna mulai dari akar hingga daun dapat bermanfaat bagi manusia, salah satunya adalah sebagai tanaman anti diabetes.

Sebagai wilayah beriklim tropis, Indonesia memiliki kepulauan nusantara yang menyimpan beraneka ragam sumber daya nabati, khususnya berbagai jenis rempah serta tanaman herbal yang sudah dibuktikan manfaatnya melalui berbagai penelitian etnobotani untuk pengobatan modern. Salah satunya adalah tanaman *A. cordifolia* yang mempunyai habitat di tempat teduh dan agak lembab, dimana tingkat cahaya matahari tidak terlalu tinggi, pada kondisi lingkungan yang baik, binahong dapat tumbuh sampai 7 meter. Tumbuhan merambat ini, yang dapat dijumpai di area hutan hujan maupun pesisir pantai, memiliki beberapa nama berbeda di berbagai negara seperti *meidera vine*, *potato vine*, *fat leaf*, *folha gorda*, dan *lamb's tail vine*. Pemanfaatan bahan-bahan alami termasuk binahong sebagai pengobatan tradisional sudah menjadi kebiasaan turun-temurun di kalangan penduduk setempat (Gusnimar *et al.*,

2021). Tanaman ini menyebar mulai dari dataran Cina sampai Asia Tenggara, khusus di Indonesia disebut binahong (Manoi dan Balittro, 2009).

Hasil penelitian sebelumnya yang dilaksanakan di Kemukiman Bambi, diketahui bahwa masyarakat di Pemukiman Bambi Kecamatan Peukan Baro Kabupaten Pidie yang menjadi responden dalam penelitian memiliki kearifan lokal yang sudah turun menurun dibudayakan, terutama dalam penggunaan obat tradisional dan mempreparasi obat-obat tradisional. Berbagai metode yang sudah diterapkan secara turun-temurun berupa metode rebus, diseduh dalam air panas, di jus, tumbuk dan oles. Bahkan beberapa masyarakat mengkonsumsi tanaman binahong secara langsung (Dewi et al., 2019). Daun binahong dijadikan lalapan oleh sebagian masyarakat Kemukiman Bambi. Mengkonsumsi tanaman binahong mentah-mentah dipercaya mampu menjaga khasiat dan manfaat yang terkandung di dalam daunnya. Khasiat dan manfaat tersebut utuh masuk ke tubuh tanpa terbuang sia-sia saat dimakan mentah-mentah dibandingkan dengan diolah terlebih dahulu. Metode preparasi yang paling banyak digunakan oleh masyarakat adalah metode rebus. Proses perebusan menjadikan tanaman binahong matang sehingga lebih aman dikonsumsi dan mengurangi rasa pahit bila dibandingkan dengan dilalap atau dimakan langsung. Selain itu, proses penyembuhannya lebih cepat karena langsung diproses dalam metabolisme tubuh (Due, 2013). Metode perebusan menjadi metode yang paling dominan karena diyakini dapat mengeluarkan kandungan kimia lebih optimal, mengurangi rasa pahit, dan mengurangi kandungan getah pada daun *A. cordifolia*. Menurut Syah et al. (2014) proses perebusan dapat mengeluarkan zat yang terkandung pada tumbuhan dibandingkan dengan cara dibakar. Proses perebusan akan meningkatkan suhu larutan. Bahwa semakin tinggi temperatur maka kelarutan suatu zat semakin besar (Voight, 1994). Mengkonsumsi rebusan daun binahong disarankan tidak berlebihan dan sebaiknya dikonsumsi 2 kali sehari. Untuk mendapatkan manfaat yang optimal, bisa merebus 1-2 lembar daun binahong dengan 2 gelas air hingga mendidih, kemudian diminum secukupnya selagi masih hangat.

Berbagai studi menunjukkan bahwa daun *A. cordifolia* mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, dan alkaloid yang berpotensi sebagai antidiabetes dan antioksidan (Astuti, 2011). Penelitian *in silico* oleh Mulia et al. (2023) menunjukkan bahwa beta-sitosterol, salah satu senyawa utama dalam daun binahong, memiliki afinitas kuat terhadap enzim aldosa reduktase-enzim yang berperan dalam komplikasi diabetes dengan energi bebas Gibbs sebesar -12,75 kkal/mol dan konstanta inhibisi 452,55 pM. Interaksi ini terjadi pada residu VAL A:47 dan CYS A:298 dari enzim tersebut. Beta-sitosterol juga menunjukkan profil farmakokinetik yang baik, termasuk nilai *Human Intestinal Absorption* (HIA) dan permeabilitas Caco2 yang tinggi, serta tidak bersifat mutagenik atau karsinogenik, dan memenuhi aturan Lipinski. Selain itu, senyawa lain seperti asam ursolat dan vitexin juga menunjukkan potensi sebagai inhibitor aldosa reduktase. Temuan ini diperkuat oleh studi *in vivo* yang menunjukkan kemampuan ekstrak daun binahong dalam menurunkan kadar glukosa darah dan memperbaiki kerusakan sel β -pankreas pada hewan model diabetes (Rahmawati et al., 2022). Dengan demikian, eksplorasi senyawa aktif daun binahong dapat menjadi landasan bagi pengembangan terapi diabetes yang lebih efektif, aman, dan berkelanjutan.

Daun Binahong memiliki khasiat untuk menyembuhkan luka dalam, luka luar, mempercepat pemulihan kesehatan setelah pembedahan, melancarkan peredaran darah, mencegah stroke, menyembuhkan penyakit maag, menyembuhkan asam urat, menyembuhkan diabetes, menjaga daya tahan tubuh dan melancarkan daya tahan tubuh (Tjahjani & Yusniawati, 2017). Binahong memiliki beberapa khasiat, sesuai yang disampaikan Narasumber, Binahong mampu menurunkan tekanan darah. Hal ini didukung dengan penelitian Siswantari (2011) yang menyatakan bahwa pemberian air rebusan daun binahong berpengaruh terhadap penurunan tekanan sistolik dan diastolik pada penderita hipertensi. Selain itu, Binahong juga bisa

mempercepat penyembuhan luka, mencegah diabetes, menurunkan kolesterol dan obat asam urat (Agustin, 2022). Berdasarkan deskripsi sebelumnya binahong memiliki potensi sebagai antioksidan dan sekaligus antidiabetik. Namun informasi yang bertanggung jawab dalam aktivitas diabetik pada sel tubuh belum diungkap. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah menganalisis senyawa kimia pada daun *Anredera cordifolia* sebagai antidiabetes secara *in silico*.

METODE

Penelitian ini menerapkan metode deskriptif eksploratif untuk mengkaji potensi senyawa kimia yang terdapat pada daun *Anredera cordifolia* (binahong) sebagai agen antidiabetes, dengan menganalisis mekanisme metabolisme dan toksisitasnya selama proses penyerapan dalam tubuh melalui pendekatan *in silico*. Penelitian deskriptif eksploratif ini bertujuan untuk mengidentifikasi data yang mampu memberikan pemahaman atau penjelasan mengenai konsep atau pola yang digunakan dalam penelitian.

1. Alat dan bahan

Penelitian ini menggunakan perangkat keras yaitu laptop lenovo k14 gen 1, dengan processor Intel Core i5-1135G7 8GB RAM 512GB SSD dengan sistem operasi Windows 11 14 inch Laptop. Pencarian literatur rujukan menggunakan Google Scholar <https://scholar.google.com/>

2. Prosedur

2.1 Penyiapan Canonical SMILES

Melalui beberapa jurnal rujukan yang didapatkan ada 5 senyawa kimia yang berpotensi menjadi obat antidiabetik. Pada penelitian ini hanya mengambil 1 senyawa untuk dianalisis secara lanjut karena terdapat 4 komponen yang berada di senyawa tersebut. 4 komponen yang dianalisis dalam penelitian ini adalah vitexin, isovitexin, morin, dan myricetin. Kemudian dilakukan analisis dengan mencari *database* canonical SMILE masing-masing komponen, menggunakan website PubChem <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>.

2.2 Analisis Aktivitas Senyawa

Setelah menemukan notasi baris SMILES, di copy dan kemudian dilakukan analisis aktivitas senyawa dicari satu persatu aktivitas yang berhubungan dengan antidiabetik. Tidak hanya aktivitas saja tetapi juga menganalisis skor Pa pada setiap senyawa. Skor Pa batas minimal adalah 0,7 menggunakan website Way2Drug <https://www.way2drug.com/>.

2.3 Analisis Lipinski

Selanjutnya dilakukan analisis kemiripan obat (drug-likeness) berdasarkan aturan Lipinski (Lipinski's Rule of Five) menggunakan situs SwissADME di <https://www.swissadme.ch/>. Aturan ini menyatakan bahwa suatu senyawa dianggap memiliki karakteristik mirip obat jika memenuhi beberapa kriteria, yaitu memiliki berat molekul kurang dari 500 dalton, nilai log P (koefisien partisi) di bawah 5, jumlah donor ikatan hidrogen (HBD) kurang dari 5, serta jumlah akseptor ikatan hidrogen (HBA) tidak lebih dari 10. Prinsip ini banyak digunakan dalam proses penemuan dan pengembangan obat untuk mengevaluasi potensi sifat farmakologis suatu senyawa (Lipinski, 2000).

2.4 Analisis ADMET

Prediksi fisikokimia dan farmakokinetik yaitu ADME (Absorpsi, distribusi, metabolisme, ekskresi, dan toksisitas) dari keempat senyawa menggunakan

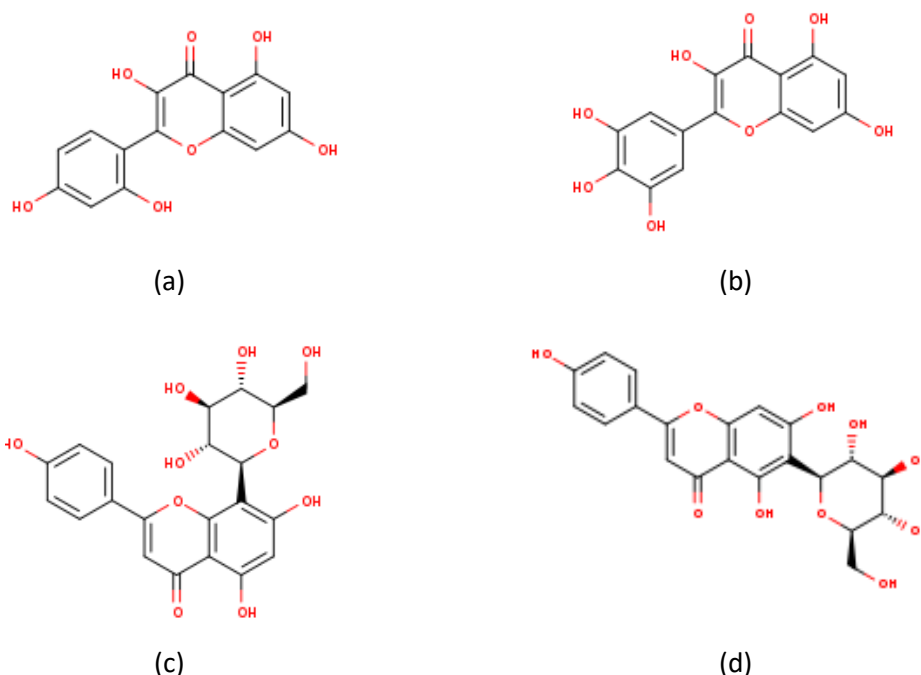
website SwissADME <http://www.swissadme.ch/>. Absorpsi adalah proses penyerapan obat dari tempat pemberian yang mencakup seberapa cepat dan seberapa banyak obat diserap. Dalam pemberian oral, sebagian obat dapat mengalami metabolisme oleh enzim di dinding usus atau di hati selama fase lintasan pertama. Akibatnya, meskipun penyerapan melalui saluran cerna berlangsung hampir sempurna, bioavailabilitas oral obat bisa tetap rendah

2.5 Uji Toksisitas

Toksisitas suatu senyawa dapat dianalisis melalui prediksi potensi toksisitas oral akut menggunakan AdmetSAR <http://lmmd.ecust.edu.cn/admetsar2/>. Website ini dapat memberikan gambaran awal mengenai kemungkinan efek toksik apabila senyawa dikonsumsi secara oral. Selanjutnya, dilakukan penentuan nilai LD50 sebagai indikator tingkat toksisitas menggunakan website ProTox-3.0 <https://tox.charite.de/protox3/>.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis empat senyawa yang diketahui memiliki potensi sebagai antidiabetes, yaitu morin, myricetin, vitexin, dan isovitexin, telah dianalisis untuk mengevaluasi kelayakannya sebagai kandidat obat. Analisis ini dilakukan menggunakan pendekatan aturan Lipinski melalui platform SwissADME.



Gambar 1. Struktur 2 dimensi senyawa (a) morin (b) myricetin (c) vitexin (d) isovitexin

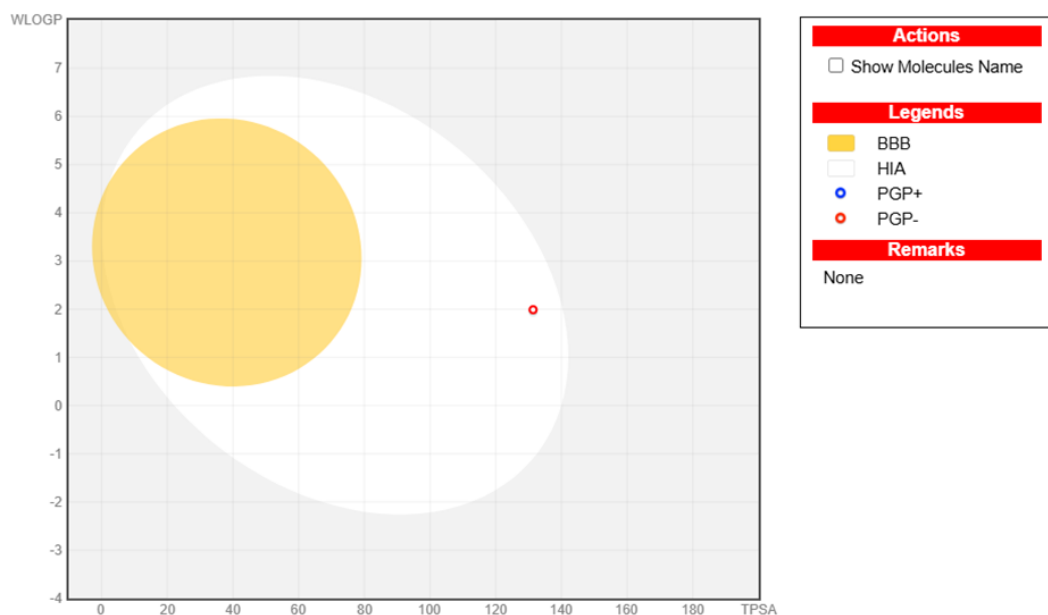
Tabel 1. Aturan Lipinski terhadap senyawa kimia pada daun *Anredera Cordifolia* Lipinski's.

Senyawa	Aturan Lipinski				
	Massa molekul ≤ 500 Da	MlogP ≤ 4,15 atau logP ≤ 5	Akseptor ikatan hidrogen ≤ 10	Donor ikatan hidrogen ≤ 5	Kelarutan dalam air
Morin	302,24 g/mol	1,47	7	5	Soluble
Myricetin	318,24 g/mol	1,08	8	6	Soluble
Vitexin	432,38 g/mol	1,63	10	7	Soluble
Isovitexin	432,38 g/mol	1,6	10	7	Soluble

Berdasarkan analisis SwissADME ditemukan 4 senyawa yang memiliki kemiripan aturan *Lipinski's*. Tetapi hanya senyawa Morin yang memenuhi aturan *Lipinski's*, karena memiliki massa molekul ≤ 500 Da, MlogP < 4,15 atau logP ≤ 5, Akseptor ikatan hidrogen ≤ 10, Donor ikatan hidrogen < 5, Kelarutan dalam air tinggi. Sedangkan yang Myricetin, Vitexin, dan Isovitexin tidak memenuhi aturan *Lipinski's*, karena donor ikatan hidrogen lebih dari 5.

Tabel 2. Prediksi ADMET

Senyawa	Gi Absorption	BBB Permeat	Pgp substrate	CYP Inhibitor					Bioavailability score
				1A 2	2C1 9	2C 9	2D 6	3A 4	
Morin	High	No	No	Yes	No	No	Yes	Yes	0,55
Myricetin	Low	No	No	Yes	No	No	No	Yes	0,55
Vitexin	Low	No	No	No	No	No	No	No	0,55
Isovitexin	Low	No	No	No	No	No	No	No	0,55



Gambar 2. BOILED-Egg meliputi BBB, HIA dan P-gp

Berdasarkan hasil prediksi menggunakan SwissADME untuk empat senyawa yang ditemukan di *A. cordifolia* kami memperoleh informasi bahwa nilai GI penyerapan senyawa morin tinggi. Ini menunjukkan bahwa Morin dapat diserap dengan baik dalam saluran

pencernaan, terutama di usus, yang membuat koneksi ini mudah untuk mencapai sistem sirkulasi. Kapasitas penyerapan yang baik ini dapat meningkatkan konsentrasi morin dalam darah, dan pada akhirnya mendukung efektivitas aktivitas farmakologinya (Vélezetal., 2022). Empat senyawa yang dianalisis menggunakan swissadme tidak dapat memasuki aliran darah otak (BBB). Oleh karena itu, risiko toksisitas sistem saraf pusat lebih aman (Shhofi, 2021). Analisis ini juga menunjukkan bahwa proses distribusi dan ketersediaan hayati tidak terpengaruh oleh produk obat, karena keempat koneksi tidak termasuk sebagai substrat PGP. Secara umum, proses metabolisme obat terjadi di hati dan usus, dan hati adalah sitokrom-P450 (Song et al., 2021). Hasil yang diprediksi hanya menunjukkan koneksi sebagai penghambat enzim sitokrom-P450. Sitokrom P450 (CYP) - inhibitor dapat mempengaruhi metabolisme obat dengan mengubah aktivitas enzim yang terlibat dalam konversi obat dan benda asing yang berbeda. CYP Ennements, khususnya CYP1A2, CYP2C9, CYP2C19, CYP2D6, dan CYP3A4, memainkan peran penting dalam sekitar 75% dari proses metabolisme obat. Jika obat menghambat enzim ini, ini dapat meningkatkan tingkat obat dalam darah, karena memperlambat laju (Zhao et al., 2021). Hasil prediksi juga menunjukkan bahwa dari kelima senyawa yang dianalisis, tidak ada satupun yang terdeteksi sebagai CYP2D6, sehingga kelima senyawa tersebut tidak memiliki potensi untuk menimbulkan efek hepatotoksik (Kim et al., 2015).

Berdasarkan hasil prediksi toksisitas menggunakan ProTox-3.0 pada Tabel 3, dari empat senyawa yang diuji, dua senyawa masuk dalam kategori toksisitas kelas III dengan nilai LD50 sebesar 159 mg/kg, yang menunjukkan bahwa ≤ 300 menimbulkan beracun jika ditelan. Sementara itu, satu senyawa berada pada kelas IV dengan nilai LD50 di atas 900 mg/kg, yang menurut ProTox, senyawa tersebut dapat menimbulkan bahaya apabila tertelan.

Tabel 3. Hasil Uji Toksisitas

Senyawa	Predicted LD50	Toxicity class
Morin	3919mg/kg	V
Myricetin	159mg/kg	III
Vitexin	832mg/kg	IV
Isovitexin	159mg/kg	III

Satu senyawa lainnya termasuk dalam kelas V dengan nilai LD50 sebesar 3919 mg/kg, yang menunjukkan bahwa senyawa tersebut bersifat tidak beracun atau memiliki tingkat toksisitas yang sangat rendah. LD50 atau lethal dose 50%, sebagaimana dijelaskan oleh Paramveer et al. (2010), merupakan salah satu indikator penting dalam kajian toksikologi karena menggambarkan jumlah zat yang dapat menyebabkan kematian pada 50% populasi hewan percobaan. Nilai ini umumnya digunakan untuk menilai tingkat toksisitas akut suatu senyawa, termasuk dalam pengembangan dan evaluasi keamanan obat. Ekstrak daun binahong berdasarkan penelitian ini batas konsumsi tidak berlebihan dan sebaiknya dikonsumsi dua kali sehari dengan merebus 1 sampai 2 lembar daun binahong dengan 2 gelas air hingga mendidih. Penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya bahwa masyarakat Kemukiman Bambi menggunakan daun binahong untuk obat tradisional sebagai antidiabetes.

SIMPULAN

Pada daun binahong ditemukan 4 senyawa yang berpotensi sebagai antidiabetes antara lain morin, myricetin, vitexin, dan isovitexin. Salah satu senyawa tersebut memenuhi aturan lipinski. Indikator ADMET senyawa Morin memiliki kemampuan penyerapan paling tinggi di

sistem pencernaan diantara keempat senyawa yang lain, dan keempat senyawa tersebut tidak berpengaruh terhadap sawar darah otak pusat (BBB). Terdapat CYP 2C9 Inhibitor dapat dikatakan keempat senyawa dapat dimetabolisme sangat baik oleh tubuh. Senyawa Morin menunjukkan kelas kelas V yang artinya senyawa tersebut bersifat tidak beracun atau memiliki tingkat toksisitas yang sangat rendah.

DAFTAR RUJUKAN

- Astuti, S. M. (2011). Skrining fitokimia dan uji aktifitas antibiotika ekstrak etanol daun, batang, bunga, dan umbi tanaman binahong.
- Barat, J., Cirebon, K., & Barat, J. (2022). Kandungan Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai Obat Diabetes Mellitus. I, 33–38.
- Dewi, E., Agustina, R., & Husna, M. (2020). Studi Etnomorfologi Tanaman Binahong (*Anredera cordifolia*) Di Pemukiman di Kabupaten Pidie Sebagai Upaya Swamedikasi. Jurnal Real Riset, 2(3), 27–28.
- Kim, E., Kim, S., Ha, S., & Nam, H. (2015, October). Toxicity Predictions using Compound Descriptions. In Proceedings of the ACM Ninth International Workshop on Data and Text Mining in Biomedical Informatics (pp. 21-21). Coimbra, J. T., Feghali, R., Ribeiro, R. P., Ramos, M. J., &
- Makalalag, I. W., & Wullur, A. (2013). Uji ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia* Steen.) terhadap kadar gula darah pada tikus putih jantan galur Wistar (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi sukrosa. *Pharmakon*, 2(1).
- Mulia, R., Setiawan, A., & Rahmawati, R. (2023). Analisis In Silico Potensi Senyawa Aktif Daun Binahong sebagai Inhibitor Aldosa Reduktase. Jurnal Bioinformatika dan Bioteknologi, 11(1), 45-55.
- Paramveer, S. D., Chanchal, K. M., Mavani Pares, M. P., Asha Rani, A. R., Shrivastava, B., & Nema, R. K. (2010). Effective alternative methods of LD50 help to save number of experimental animals.
- Rahmi Agustina, E. D. (2019). KEARIFAN LOKAL MASYARAKAT KEMUKIMAN BAMBIL DALAM MENGOLAH TANAMAN BINAHONG (*Anredera cordifolia*) SEBAGAI TANAMAN OBAT. Jurnal Agroristik, 2(1), 24–29.
- Rohaeni, E. S., Widiawati, Y., Setiasih, Bakrie, B., Wardi, Anggraeny, Y. N., Hatta, M., Shiddieqy, M. I., Ahmad, S. N., Widodo, S., Firsoni, Evvyernie, D., & Yolanda, D. E. (2024). The utilization of Binahong leaves as medicinal plants for livestock production and health. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1312(1).
- Shofi, M. (2021). Uji In Silico Aktivitas Sitotoksik dan Toksisitas Senyawa Bioaktif Biji Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr) Sebagai Kandidat Obat Diabetes Mellitus. Jurnal Pharma Bhakta, 1(2).
- Song, Y., Li, C., Liu, G., Liu, R., Chen, Y., Li, W., ... & Liu, Y. (2021). Drug-metabolizing cytochrome P450 enzymes have multifarious influences on treatment outcomes. Clinical pharmacokinetics, 60(5), 585-601.
- Vélez, L. A., Delgado, Y., Ferrer-Acosta, Y., Suárez-Arroyo, I. J., Rodríguez, P., & Pérez, D. (2022). Theoretical prediction of gastrointestinal absorption of phytochemicals. International Journal of Plant Biology, 13(2), 163-179.
- Zhao, M., Ma, J., Li, M., Zhang, Y., Jiang, B., Zhao, X., ... & Qin, S. (2021). Cytochrome P450 enzymes and drug metabolism in humans. International journal of molecular sciences, 22(23), 12808.

Analisis Variasi Genetik pada Genus *Helianthus* (*Asteraceae*) Berdasarkan Penanda Gen *rbcl*

Adelia Yudiana Alfauz¹, Ervina Anggraini¹, Revanda Widya Putri¹, Laela Fitria¹, Agus Muji Santoso¹

¹Progam Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: adeliyudiana15@gmail.com

ABSTRACT

Genetic variation analysis aims to determine biodiversity at the genetic level and support the search for superior seeds in plant breeding programs. This study aimed to determine genetic variation in the *Helianthus* genus based on the *rbcl* gene. The method used was a descriptive, exploratory approach. The research began by downloading the *rbcl* gene DNA sequence from the *Helianthus* genus through the GenBank database on the NCBI website. Next, sequence alignment was performed using BioEdit version 7.2.5 software to identify sites of genetic variation. Based on the alignment results of 22 *rbcl* gene DNA sequences, 16 sites of genetic variation were identified in the *Helianthus* genus with potential molecular markers.

Key words:

rbcl, chloroplast DNA, RuBisCO, genetic variation, *Helianthus*, BioEdit.

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Famili *Asteraceae* merupakan famili tumbuhan yang tersebar luas di seluruh dunia dengan jumlah 1.620 genus dan memiliki lebih dari 23.600 spesies. Ada beberapa genus dalam famili *asteraceae* memiliki jumlah spesies yang cukup banyak di antaranya adalah genus *Senecio* (1000 spesies), *vernonia* (1000 spesies), *centaurea* (700 spesies), *Cousinia* (600 spesies), *Helichrysum* (550 spesies), dan *Artemesia* (550 spesies) (Broholm *et al.*, 2014). Namun demikian genus yang memiliki sebaran tergolong cukup banyak adalah genus *Helianthus*, genus ini memiliki banyak manfaat dalam kehidupan manusia. *Helianthus annuus* (bunga matahari biasa) adalah salah satu spesies paling sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari dan dikenal luas sebagai sumber biji penghasil minyak dan protein.

Helianthus memiliki keragaman genetik tinggi dan tersebar luas di berbagai wilayah di dunia khususnya di Amerika utara, Amerika Selatan dan Eropa. Beberapa spesies dari genus *Helianthus* memiliki banyak manfaat diantaranya: sebagai penyembuh luka, antidiare, antioksidan, antihistamin, antiinflamasi, analgesik, serta sebagai antikanker (*H. annuus*), sumber makanan dan perlindungan berbagai satwa liar serta untuk stabilisasi tanah dan reklamasi lahan (*H. maximilian*), sumber ketahanan terhadap penyakit busuk putih dan layu (*H. giganteus*), sebagai sumber biomassa untuk produksi bioetanol serta berbagai manfaat nutrisi dan industri lainnya (*H. tuberosus* L.), digunakan sebagai stabilisasi pasir bukit, perlindungan dari erosi angin,

dan penghias pantai (*H debilis*), sebagai sumber genetik penting untuk membuat bunga matahari meningkatkan ketahanan budidaya terhadap kekeringan, tanah berpasir, dan penyakit (*H niveus*) dan pada ligula berwarna merah di pangkalnya dan batang yang lebih merah tua, berbeda dari bentuk biasa yang berwarna kuning keemasan dan batang berwarna lebih cerah, serta muncul secara sporadis di alam Louisiana, menunjukkan variasi kimia dan genetik yang menarik, serta sulit dipelihara dan dikembangkan secara panjang karena karakteristik khusus ini (*H angustifolius*). Menghasilkan ekstrak Gula dan Resin untuk kebutuhan Industri (*H ciliaris*), menghasilkan Hidrokarbon berupa karet, Gutta-percha dan lilin sebesar 16g/kg (*H californicus*).

Keanekaragaman genetik memiliki peran penting dalam peningkatan kualitas dan produktivitas tanaman, termasuk bunga matahari. Dalam program pemuliaan, informasi mengenai keragaman gen dan heritabilitas sangat dibutuhkan untuk menyeleksi sifat unggul yang akan dikembangkan (Purwati & Herwati, 2016). Selain sebagai dasar pemuliaan, keragaman gen juga berperan dalam konservasi sumber daya genetik, baik secara in-situ maupun ex-situ, guna mencegah hilangnya varietas penting akibat perubahan lingkungan. Di sisi lain, keragaman ini menjadi sumber daya bagi penelitian dan inovasi, karena memungkinkan penemuan gen baru dan pemahaman lebih dalam terhadap mekanisme biologis tanaman. Salah satu cara untuk menambah keragaman genetik adalah melalui mutasi, seperti penyinaran sinar gamma, yang dapat memicu perubahan pada tingkat gen, kromosom, hingga DNA, sehingga menghasilkan variasi baru yang berpotensi menjadi varietas unggul. Untuk melihat sebuah variasi genetik saat ini tidak bisa hanya mengandalkan pengamatan morfologi, karena keadaan beberapa tanaman hanya bisa diamati ketika telah berbunga atau dewasa, sehingga bisa membutuhkan waktu yang lebih lama untuk pengamatannya. Seiring dengan kemajuan pesat biologi molekuler (DNA barcode) Gen COI untuk identifikasi secara molekuler khususnya pada hewan, sedangkan ITS, matK dan rbcL untuk tumbuhan (Rahayu et al. 2019). *The Consortium for the Barcode of Life* (CBOL) merekomendasikan penggunaan dua gen plastida rbcL dan matK sebagai barcode standard (Hollingsworth et al. 2009). Gen rbcL (*ribulose 1,5 biphosphate carboxylase large*) merupakan gen yang terdapat pada organel kloroplas (Putri Triesita et al., 2018, 165). Gen *rbcL* dapat diamplifikasi dengan tingkat keberhasilan tinggi dari satu atau dua macam primer universal. Lebih lanjut dikemukakan jika dibandingkan dengan kandidat gen barcode yang lain, gen rbcL memiliki tingkat keberhasilan *bidirectional sequencing* (proses sequencing dua arah dengan primer *forward* dan *reverse*) yang tinggi (Fazekas et al. 2008). Informasi tentang keanekaragaman genetik yang diperoleh dari analisis DNA juga berguna dalam penentuan hubungan kekerabatan antar individu atau antar populasi yang diteliti. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar dalam perbaikan kualitas genetik tanaman melalui pemuliaan tanaman yang terprogram dengan baik.

Selain itu data yang diperoleh dapat memberikan dasar molekuler yang kuat untuk mendukung taksonomi dan konservasi spesies dalam genus ini, khususnya bagi spesies yang langka atau terancam punah. Kajian terhadap variasi genetik merupakan aspek fundamental dalam upaya pemuliaan tanaman karena menyediakan dasar ilmiah dalam pemilihan sumber daya genetik yang optimal. Dengan memahami tingkat keragaman dan pola distribusi sifat-sifat genetik di antara populasi tanaman, pemulia dapat mengidentifikasi aksesori yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi varietas unggul yang sesuai dengan kebutuhan agronomi maupun industri (Santos et al., 2012; Singh et al., 2019). Keanekaragaman gen dalam genus ini sangat penting untuk mendukung pengembangan varietas tanaman yang memiliki adaptabilitas

Prosiding Seminar Nasional Hayati vol.3 Tahun 2025

H. verticillus	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. simulans	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. debilis	A.A.....
.....	
H. decapetalus	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. divaricatus	...C.....G.A.....G.....C.A.A.....
.....A.	
H. giganteus	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. grosseserratus	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. hirsutus	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. maximiliani	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. microcephalus	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. mollis	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. atrorubens	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. strumosus	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. tuberosus	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. nuttallii	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. argophyllus	.....
.....	
H. salicifolius	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. arizonensis	...C.....G.A.....G.....A.A.....
.....A.	
H. cusickii	...C.....
.....	
H. agrestis	...C.....T
.....	

1450 1460

...|...|...|...|..

H. annuus GGATAAAGAT AAGAAGAGAT AA

H. silphioides	T..
H. verticillus	T..
H. simulans	T..
H. debilis	.....
H. decapetalus	T..
H. divaricatus	T..
H. giganteus	T..
H. grosseserratus	T..
H. hirsutus	T..
H. maximiliani	T..
H. microcephalus	T..
H. mollis	T..
H. atrorubens	T..
H. strumosus	T..
H. tuberosus	T..
H. nuttallii	T..
H. argophyllus	.....
H. salicifolius	T..
H. arizonensis	T..
H. cusickii	.....
H. agrestis	.....

Tabel 1. Variasi gen pada genus *Helianthus*

NO	Tapak Ke-	Spesies	Variasi Gen
1.	78	H. annuus H. agrestis	T G
2.	148	H. annuus H. giganteus	G A
3.	259	H. annuus H. arizonensis	C A
4.	620	H. annuus	G

		H. arizonensis	A
5.	742	H. annuus	T
		H. silphoides	A
		H. verticillus	A
		H. simulans	A
		H. decapetalus	A
		H. divaricatus	A
		H. giganteus	A
		H. grosseserratus	A
		H. hirsutus	A
		H. maximilian	A
		H. microcephalus	A
		H. mollis	A
		H. mtrorubens	A
		H. strumosus	A
		H. tuberosus	A
		H. nuttallii	A
		H. salicifolius	A
		H. arizonensis	A
6.	743	H. annuus	G
		H. silphoides	A
		H. verticillus	A
		H. simulans	A
		H. decapetalus	A
		H. divaricatus	A
		H. giganteus	A
		H. grosseserratus	A
		H. hirsutus	A
		H. maximilian	A

		H. microcephalus	A
		H. mollis	A
		H. atrorubens	A
		H. strumosus	A
		H. tuberosus	A
		H. nuttallii	A
		H. salicifolius	A
		H. arizonensis	A
7.	744	H. annuus	C
		H. atrorubens	G
8.	774	H. annuus	T
		H. silphoides	C
		H. verticillus	C
		H. simulans	C
		H. decapetalus	C
		H. divaricatus	C
		H. giganteus	C
		H. grosseserratus	C
		H. hirsutus	C
		H. maximilian	C
		H. microcephalus	C
		H. mollis	C
		H. atrorubens	C
		H. strumosus	C
		H. tuberosus	C
		H. nuttallii	C
		H. salicifolius	C
		H. arizonensis	C
		H. cussikii	C

		H. agrestis	C
9.	844	H. annuus	T
		H. silphoides	G
		H. verticillus	G
		H. simulans	G
		H. decapetalus	G
		H. divaricatus	G
		H. giganteus	G
		H. grosseserratus	G
		H. hirsutus	G
		H. maximilian	G
		H. microcephalus	G
		H. mollis	G
		H. atrorubens	G
		H. strumosus	G
		H. tuberosus	G
		H. nuttallii	G
		H. salicifolius	G
		H. arizonensis	G
10.	847	H. annuus	C
		H. silphoides	A
		H. verticillus	A
		H. simulans	A
		H. decapetalus	A
		H. divaricatus	A
		H. giganteus	A
		H. grosseserratus	A
		H. hirsutus	A
		H. maximilian	A

		H. microcephalus	A
		H. mollis	A
		H. atrorubens	A
		H. strumosus	A
		H. tuberosus	A
		H. nuttallii	A
		H. salicifolius	A
		H. arizonensis	A
11.	985	H. annuus	T
		H. silphoides	G
		H. verticillus	G
		H. simulans	G
		H. decapetalus	G
		H. divaricatus	G
		H. giganteus	G
		H. grosseserratus	G
		H. hirsutus	G
		H. maximilian	G
		H. microcephalus	G
		H. mollis	G
		H. atrorubens	G
		H. strumosus	G
		H. tuberosus	G
		H. nuttallii	G
		H. salicifolius	G
		H. arizonensis	G
12.	1123	H. annuus	T
		H. divaricatus	C

13.	1127	H. annuus	C
		H. silphoides	A
		H. verticillus	A
		H. simulans	A
		H. decapetalus	A
		H. divaricatus	A
		H. giganteus	A
		H. grosseserratus	A
		H. hirsutus	A
		H. maximilian	A
		H. microcephalus	A
		H. mollis	A
		H. atrorubens	A
		H. strumosus	A
		H. tuberosus	A
		H. nuttallii	A
		H. salicifolius	A
		H. arizonensis	A
14.	1129	H. annuus	G
		H. silphoides	A
		H. verticillus	A
		H. simulans	A
		H. decapetalus	A
		H. divaricatus	A
		H. giganteus	A
		H. grosseserratus	A
		H. hirsutus	A
		H. maximilian	A
		H. microcephalus	A

		H. mollis	A
		H. atrorubens	A
		H. trumosus	A
		H. tuberosus	A
		H. nuttallii	A
		H. salicifolius	A
		H. arizonensis	A
15.	1289	H. annuus	C
		H. silphoides	A
		H. verticillus	A
		H. simulans	A
		H. decapetalus	A
		H. divaricatus	A
		H. grosseserratus	A
		H. hirsutus	A
		H. maximilian	A
		H. microcephalus	A
		H. mollis	A
		H. atrorubens	A
		H. strumosus	A
		H. tuberosus	A
		H. nuttallii	A
		H. salicifolius	A
		H. arizonensis	A
16.	1448	H. annuus	G
		H. silphoides	T
		H. verticillus	T
		H. simulans	T
		H. decapetalus	T

	H. divaricatus	T
	H. giganteus	T
	H. grosseserratus	T
	H. hirsutus	T
	H. maximilian	T
	H. microcephalus	T
	H. mollis	T
	H. atrorubens	T
	H. strumosus	T
	H. tuberosus	T
	H. nuttallii	T
	H. salicifolius	T
	H. arizonensis	T

Berdasarkan tabel 1. Variasi gen pada genus *Helianthus* menunjukkan bahwa terdapat variasi gen pada beberapa spesies dalam genus ini. Ditemukan 16 tapak variasi gen pada genus *Helianthus* yang menyebabkan keanekaragaman di tingkat gen. Keanekaragaman genetik *helianthus* berdasar gen *rbcl* memiliki manfaat tersendiri yaitu pertama sebagai kandidat DNA barcode dengan tingkat variasi yang tepat, ini memungkinkan identifikasi spesies yang cepat dan akurat. Kedua pengembangan varietas tanaman unggul, pemuliaan ini bertujuan untuk menciptakan varietas baru yang bersifat unggul selain itu juga digunakan sebagai penanda molekuler untuk mempelajari filogenetik dan mengidentifikasi spesies pada tumbuhan karena lokasinya yang relatif stabil dan mudah diekstraksi. . Gen *rbcl* ditemukan di kloroplas gen ini mengkode subunit besar enzim fotosintesis ribulosa-1,5-bifosfat karboksilase/oksigenase (RuBisCO) , yang merupakan penerima karbon utama pada semua organisme eukariotik fotosintetik dan sianobakteri (Bhattacharyya, 2016). Gen *rbcl*, yang merupakan bagian dari wilayah pengkodean gen kloroplas, dikenal memiliki tingkat keberhasilan amplifikasi yang tinggi di berbagai spesies tumbuhan. Sehubungan dengan hal tersebut, *The Consortium for the Barcode of Life* (CBOL) merekomendasikannya sebagai gen pengkode standar untuk mengidentifikasi kekerabatan pada tumbuhan, sama halnya dengan *matk* (Ingkiriwang, 2017).

Keanekaragaman gen adalah segala perbedaan yang ada dalam satu spesies, yang dapat mempengaruhi kemampuan adaptasi dan ketahanan spesies tersebut terhadap perubahan lingkungan (Purwati & Herwati, 2016). Analisis data sekuens DNA dari gen *rbcl* menunjukkan bahwa gen ini berperan penting dalam membedakan variasi antar spesies dalam genus *Helianthus*. Gen *rbcl*, atau ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase large subunit, merupakan gen yang terletak di dalam kloroplas dan berfungsi dalam proses fotosintesis. Gen ini sering digunakan sebagai barcode DNA untuk identifikasi spesies, dan menjadi salah satu standar studi

keanekaragaman genetik (Hollingsworth et al., 2009). Daerah urutan nukleotida gen *rbcl* dapat memberikan informasi penting mengenai variasi genetik di antara spesies *H. annuus* dengan spesies lainnya. Pengetahuan ini tidak hanya memberikan kontribusi yang berarti bagi ilmu pengetahuan, tetapi juga mendukung upaya konservasi dan pengembangan varietas unggul pada gen *Helianthus*.

Dari peninjauan sekuens DNA *Helianthus* di Bioedit, teridentifikasi 16 titik perbedaan antarspesies dalam genus tersebut. Perbedaan sekuens DNA pada *H. annuus* dan *H. silphoides*, *H. vericulus*, *H. simulans*, *H. decapetalus*, *H. grosseserratus*, *H. hirsutus*, *H. maximilian*, *H. microcephalus*, *H. mollis*, *H. strumosus*, *H. tuberosus*, *H. nuttallii*, *H. salicifolius* ditemukan 10 perbedaan, yaitu pada tapak 742, 743, 774, 844, 847, 985, 1127, 1129, 1289, dan 1448. Perbedaan pada *H. annuus* dan *H. divaricatus* ditemukan 11 perbedaan, yaitu pada tapak 742, 743, 774, 844, 847, 985, 1123, 1127, 1129, 1289, dan 1448. Perbedaan pada *H. annuus* dan *H. giganteus* ditemukan 10 perbedaan, yaitu pada tapak 148, 742, 743, 774, 844, 847, 985, 1127, 1129, dan 1448. Perbedaan *H. annuus* dan *H. atrorubens* ditemukan ada 11 perbedaan, yaitu pada tapak 742, 743, 744, 774, 844, 847, 985, 1127, 1129, 1289, dan 1448. Perbedaan pada *H. annuus* dan *H. arizonensis* ditemukan ada 12 perbedaan, yaitu pada tapak 259, 620, 742, 743, 774, 844, 847, 985, 1127, 1129, 1289, 1448. Perbedaan *H. annuus* dan *H. agrestis* ditemukan ada 2 perbedaan, yaitu pada tapak 78, dan 774. Perbedaan genetik ini menciptakan keragaman pada tingkat gen.

Gen *rbcl* sebagai penanda genetik telah terbukti efektif dalam identifikasi dan analisis kekerabatan berbagai spesies tumbuhan. Salah satu contohnya adalah pada *Centella asiatica* (L.) Urban, di mana gen *rbcl* berhasil digunakan sebagai barcode DNA untuk identifikasi molekuler dan menentukan hubungan filogenetik dengan spesies lain (Syahreza et al., 2023). Selain itu, analisis filogenetik menggunakan gen ini juga mampu mengelompokkan variasi warna dan morfologi pada *Clitoria ternatea*, baik yang memiliki kelopak tunggal (*single petal*) maupun ganda (*double petal*) (Kholifah, 2024). Studi lain pada *Aglaia odorata* (Pacar Cina) menunjukkan bahwa gen *rbcl* dapat mengungkap kekerabatan dekat dengan spesies lain dalam genus yang sama (Arifah et al., 2025). Lebih lanjut, gen ini juga berperan dalam mengkonfirmasi status taksonomi kultivar Macang (Rafidah, 2018) serta menganalisis kekerabatan tanaman Pala di Tahuna dengan *Myristica fragrans* dan spesies terkait lainnya (Ingkiriwang et al., 2017). Pada pisang kultivar Raja, gen *rbcl* berhasil memetakan hubungan kekerabatan antara varietas Raja Bali, Raja Lini, dan Raja Kisto, serta mengelompokkan Raja Delima dengan pisang Raja dari Jawa Tengah (Murtadlo, 2018). Temuan-temuan ini memperkuat peran gen *rbcl* sebagai alat yang andal dalam studi keragaman genetik dan filogenetik tumbuhan, menegaskan pentingnya dalam bidang taksonomi dan konservasi. Termasuk pada genus *Helianthus* yang memiliki nilai komoditas ekonomi, baik sebagai tanaman hias maupun sebagai tanaman sumber nutrisi dan kesehatan.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dengan menggunakan 22 sekuens DNA *rbcl* pada spesies genus *helianthus* diperoleh 16 tapak variasi gen. Keanekaragaman genetik berperan penting dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas tanaman, termasuk bunga matahari (*Helianthus annuus*). Pemahaman variasi genetik memungkinkan pengembangan varietas unggul yang lebih tahan terhadap cekaman lingkungan dan penyakit. Salah satu cara untuk mengungkap

keanekaragaman tersebut adalah melalui analisis gen *rbcl*, gen kloroplas yang menyandi subunit besar enzim Rubisco, enzim utama dalam fotosintesis. CBOL merekomendasikan gen *rbcl* (bersama *matK*) sebagai DNA barcode standar tumbuhan karena tingkat keberhasilan amplifikasi dan sekuensingnya yang tinggi. Informasi dari gen ini bermanfaat untuk mengetahui hubungan kekerabatan genetik, serta menjadi dasar dalam pemuliaan tanaman untuk meningkatkan kualitas agronomis.

DAFTAR RUJUKAN

- Bhattacharyya, B. 2016. Botani Sistematis Edisi 2. Penerbit Buku Kedokteran EGC: Jakarta.
- Broholm, S. K., T.H. Teeri & P.Elomaa. 2014. Molecular Control of Inflorescence Development in Asteraceae. *Advances in Botanical Research*. 72: 297–333. DOI:10.1016/B978-0-12-417162-6.00010-9
- Fazekas, AJ, Burgess KS, Kesanakurti, PR, Graham SW, Newmaster SG, Husband BC, Percy DM, Hajibabaei M, Barret S C H, 2008. Multiple multilocus DNA barcodes from the plastid genome discriminate plant species equally well. *Plos one* 3:2802.
- Hardani, C. A. K. (2015). Analisis Kekerabatan Genetik Menggunakan Dna Kloroplas Gen *rbcl* (Ribulose 1, 5 Biphosphate Carboxylase Oxygenase) dan Gen *matK* (Maturase K) pada Spesies Lamun di Papua Barat (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Hollingsworth PM, Forrest LL, Spouge JL, Hajibabaei, Ratnasingham. 2009. A DNA barcode for land plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 106: 12794–12797.
- Indrawan, M., Primack, R. B., dan Supriatna, J. 2007. Biologi Konservasi.: Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Ingkiriwang, M., Repi, R. A. & Nanlohy, F. N. (2017). Analisis Filogeni Molekuler Tanaman Pala (*Myristica* sp.) Dari Tahuna Menggunakan gen *rbcl* DNA Kloroplas. *Jurnal Sains, Matematika dan Edukasi (JSME)*, 5(2), 137-144.
- Ingkiriwang, M., Repi, R. A., & Nanlohy, F. N. (2018). Analisis filogeni molekuler tanaman pala (*Myristica* sp) dari tahuna menggunakan gen *rbcl* DNA kloroplas. *JSME (Jurnal Sains, Matematika & Edukasi)*, 5(2), 137-144.
- Kholifah, A. N. Analisis filogenetik *clitoria ternatea* (kembang telang) menggunakan gen *rbcl* (large subunit ribulose 1, 5 biphosphate carboxylase/oxygenase) (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Lestari, DA, Azrianingsih, R., & Hendrian, H. (2018). Filogenetik jenis-jenis *Annonaceae* dari Jawa Timur koleksi Kebun Raya Purwodadi berdasarkan coding dan non-coding sekuen DNA. *Jurnal Keanekaragaman Hayati Tropis dan Bioteknologi*, 3 (1), 1-7.
- Masruroh, I. H., Triestina, N. I. P., Sulistiono, S., & Santoso, A. M. (2018, September). Hubungan Kekerabatan Bambu berdasarkan Gen *Rbcl* Berbasis Analisis *In Silico* sebagai Bukti Adanya Evolusi Molekuler. In *Prosiding Seminar Nasional Hayati* (Vol. 6, pp. 164-178).
- Mantang, W., Mantiri, F. R., & Kolondam, B. J. (2018). Identifikasi Tumbuhan Paku Air (*Azolla* sp.) Secara Morfologi dan Molekuler dengan Menggunakan Gen *rbcl* (Identification of Water Ferns (*Azolla* sp.) Based on Morphological Traits and Molecular Marker Using *rbcl* Gene). *Jurnal Bios Logos*, 8(2), 38-44.
- Murtadlo, A. A. A. (2018). Evolusi Molekuler dan biogeografi pisang raja di pulau jawa berdasarkan Gen *rbcl* (large subunit ribulose 1, 5 biphosphat carboxylase/oxygenase) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Nurhasanah, Sundari, & Papuangan, N. (2019). Amplification and Analysis of *Rbcl* Gene (Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase) of Clove in Ternate Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 276(1), 0–7.
- Purwati, R. D. dan A. Herwati. 2016. Evaluation of Quantitative and Qualitative Morphological Characters of Sunflower (*Helianthus annuus*) germplasm. *Biodiversitas* 17(2) : 461-465
- Rafidah, N., Fitmawati, F., Juliantari, E., & Sofiyanti, N. (2019). Variasi infraspecies macang (*Mangifera foetida*) berdasarkan sekuen gen *rbcl*. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 12(1), 1-7.
- Rahayu, D. A., & Jannah, M. (2019). *DNA barcode hewan dan tumbuhan Indonesia*. Yayasan Inspirasi Ide Berdaya.

- Sogandi, S., & Sagala, Z. (2022). Barcoding DNA Tanaman Mangga Kasturi (*Mangifera casturi*) Asal Kalimantan Selatan Berbasis DNA Kloroplas Gen *rbcl* dan *matK*. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 20 (1), 38-43.
- Taariwuan, M. B., Ngangi, J., Mokosuli, Y., & Gedoan, S. (2021). DNA Barcoding Dalugha (*Cyrtosperma Merkusii*) di Kepulauan Talaud dan Minahasa Selatan Berdasarkan Gen *rbcl*. *Jurnal Bios Logos*, 11(2), 134-138.
- Wardi, E. S., Jamsari, J., Irwandi, I., Sartika, D., & Ningsih, A. R. (2020). Barkod Dna Pada Tanaman Gambir (*Uncaria Gambir* (Hunter) Roxb.) Berdasarkan Gen *Matk* Dan *Rbcl*. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, 12(1), 22-28.
- Yuliani, Y., Yuniaty, A., & Susanto, A. H. (2017). Variasi Sekuens DNA yang Diampifikasi Menggunakan Primer *Atpb-Rbcl* pada Beberapa Kultivar Kacang Tanah. *Scripta Biologica*, 4(1), 11-14.

Analisis Struktur Tiga Dimensi Protein Alergen Hewani Menggunakan Program *Swiss-Model*

*Jihan Sabila Lailatul Qodriyah, Khusnul Setyawanti, Arina Manasikana Lindasari, Agus Muji Santoso

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains
Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis Korespondensi: jihansabilalq@gmail.com

ABSTRACT

*Animal protein allergy is a health problem that is increasingly receiving attention. To understand the mechanism of interaction between allergens and the immune system, in-depth information about the three-dimensional (3D) structure of the protein is needed. This study was conducted to model the 3D structure of animal allergen proteins, namely Beta-lactoglobulin from cow's milk, Parvalbumin from leopard grouper (*Lateolabrax maculatus*), and Ovalbumin from chicken eggs, these three proteins were chosen because of their complete amino acid content and are often the cause of allergies in humans, so it is important to analyze more deeply from the molecular structure side. This study uses an exploratory research method through complete in silico analysis, namely through the NCBI server, SWISS-MODEL, Save to search for Ramachandra plots, and Pymol. The results showed that the prediction of the allergen protein structure of Ovalbumin (selected proteins analyzed using the Ramachandran plot) produced a three-dimensional protein structure model with an identity value of 100.00%. The protein template used was 1ova.1.A (SWISS-MODEL). This research has the potential to be further developed accurately and reliably.*

Key words:

Animal allergens, SWISS-MODEL, 3D protein structure

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Pengetahuan dan pemahaman struktur tiga dimensi protein sangat penting karena dapat memberikan informasi penting dalam memahami sifat dan fungsi biokimia protein tersebut di tingkat molekuler secara detail (Wijaya & Hasanah 2016). Jumlah protein yang telah ditentukan struktur tiga dimensinya secara laboratorium saat ini (data terakhir 19 Januari 2016) adalah 106.816 yang disimpan dalam server Protein Data Bank (PDB) (RCSB PDB, 2016). Jumlah ini tentunya sangat sedikit dibandingkan dengan data sekuen (urutan asam amino protein) protein yang telah diketahui dan disimpan dalam server database UniProt. Jumlah sekuen protein yang disimpan dalam database UniProt saat ini (data terakhir 30 Januari 2015) adalah sebanyak 110.348.070 (Uniprot, 2016). Penelitian dalam menentukan sekuen protein lebih cepat

dibandingkan dengan penelitian menentukan struktur tiga dimensi protein mendorong munculnya pemikiran untuk menganalisis secara ilmiah (in silico) struktur tiga dimensi protein dari sekuen yang ada berdasarkan pada data struktur tiga dimensi protein yang telah diketahui secara laboratorium (Berman, et al., 2007).

Secara biokimia molekuler sifat dan fungsi protein ditentukan oleh struktur tiga dimensi (3D). Penentuan dengan peralatan laboratorium rumit, memerlukan waktu yang lama dan membutuhkan biaya yang sangat besar. Namun, ada cara lain yang dapat digunakan dalam menentukan struktur 3D yaitu dengan in silico. Ada 3 metode yaitu homology modeling, fold recognition dan ab initio. Dari beberapa metode tersebut yang paling efektif digunakan dalam membangun struktur 3D adalah homology modeling. Homology modelling merupakan metode untuk memprediksi struktur tiga dimensi (3D) suatu protein dengan melihat kesamaan urutan asam amino antara protein target dan protein lain yang struktur 3D-nya sudah diketahui melalui teknik penelitian. Protein yang digunakan sebagai model dasar dalam proses ini disebut sebagai template. Semakin tinggi tingkat kemiripan urutan asam amino antara kedua protein, maka semakin besar kemungkinan bahwa struktur 3D-nya mirip. Homology modelling secara komputasi lebih mudah dilakukan.

Rekonstruksi tiga dimensi (3D) terhadap protein dari susu, ikan kerapu tutul, dan telur memiliki peran penting dalam memahami sifat masing-masing protein yang dapat menyebabkan alergi. Rekonstruksi protein dengan struktur 3D dapat melihat bentuk asli protein termasuk lipatan-lipatan (folding) seperti heliks alfa, lembaran beta, dan loop. Adanya struktur ini bermanfaat dalam memahami fungsi protein, kestabilan, cara protein berinteraksi dengan molekul lain. Struktur 3D berguna dalam mengidentifikasi lokasi epitop IgE. Menurut penelitian dari Catherine,dkk (2007) terdapat kemiripan dalam urutan struktur protein alergenik lainnya yang sudah diisolasi dari sumber makanan primer seperti susu, ikan, dan telur sehingga menyebabkan reaksi silang antara sumber alergen. Melalui pendekatan rekonstruksi 3D untuk memahami bagaimana struktur molekuler dari protein berperan dalam memicu pembentukan imun yang melibatkan antibodi IgE. Selain itu, susu, ikan kerapu tutul, dan telur merupakan sumber pangan yang dikonsumsi oleh manusia secara luas sehingga pemahaman ini penting dalam kesehatan. Dengan demikian, dapat dimanfaatkan untuk bidang inovasi pada bioinformatika, pengembangan metode deteksi alergi, peningkatan keamanan pangan bagi penderita alergi, dan pengobatan bagi penderita alergi.

Menariknya, beberapa protein alergenik hewani memiliki karakteristik unik yang memengaruhi tingkat alergenitasnya. Alergi susu sapi merupakan salah satu bentuk alergi pangan yang umum, yang dipicu oleh protein-protein spesifik dengan sifat alergenik tinggi. Protein susu sapi yang paling sering menyebabkan reaksi alergi adalah golongan kasein, alfa-laktalbumin, beta-laktoglobulin, albumin, dan serum sapi. Menurut Da Silva et al. (2018), protein-protein ini dapat memicu respon imun, baik yang dimediasi oleh imunoglobulin E (IgE) maupun non-IgE. Salah satu protein utama yang paling sering terlibat dalam alergi adalah beta-laktoglobulin, yang tidak ditemukan dalam air susu ibu (ASI) dan dikenal sebagai antigen yang sangat imunogenik. Protein ini merupakan polipeptida rantai tunggal yang terdiri atas 162 residu asam amino, termasuk metionin, dengan berat molekul sekitar 18 kDa. Kandungan sulfur yang tinggi menjadikannya memiliki sifat antineoplastik. Selain itu, beta-laktoglobulin merupakan protein multifungsi yang berperan sebagai pembawa retinol, pengikat ion Cu^{2+} dan Fe^{2+} , serta mampu menghambat autooksidasi lemak. Faktor predisposisi genetik, seperti kematangan mukosa usus dan pengenalan dini terhadap susu sapi pada bayi, turut berperan dalam memicu respons alergi terhadap protein ini.

Di sisi lain, *Lateolabrax maculatus* (ikan kerapu tutul) merupakan salah satu jenis ikan konsumsi yang populer karena kandungan nutrisinya yang tinggi dan termasuk protein berkualitas. Namun demikian, ikan ini juga mengandung parvalbumin, yaitu protein otot yang

dikenal sebagai alergen utama pada sebagian besar spesies ikan. Parvalbumin memiliki sifat termostabil dan resisten terhadap enzim proteolitik, sehingga struktur antigeniknya tetap utuh meskipun telah mengalami proses pemasakan konvensional. Dengan demikian, pemanasan atau pengolahan kuliner biasa tidak cukup untuk menurunkan alergenitas protein ini secara signifikan. Akibatnya, parvalbumin tetap berpotensi memicu reaksi imun pada individu dengan hipersensitivitas terhadap protein ikan, yang dapat bermanifestasi dalam bentuk urtikaria (biduran), angioedema (pembengkakan), gangguan gastrointestinal, atau bahkan anafilaksis. Oleh karena itu, keberadaan parvalbumin pada ikan kerapu tutul perlu mendapat perhatian khusus dalam pengelolaan risiko alergi makanan berbasis ikan, terutama pada kelompok populasi yang rentan.

Selain, protein susu sapi dan ikan, telur ayam juga merupakan sumber protein hewani yang sering menyebabkan alergi. Putih telur diketahui mengandung protein-protein penyebab alergi seperti ovalbumin (54%), ovomucoid (11%), ovotransferrin (12%), dan lysozyme (3,4%). Penelitian oleh Candra et al. (2011) menunjukkan bahwa alergi terhadap putih telur lebih umum terjadi pada orang dewasa, berbeda dengan anak-anak yang lebih jarang mengonsumsi putih telur. Protein alergi ini dapat menyebabkan gejala wajah bengkak, gangguan pernafasan, gangguan pencernaan hingga mual dan muntah, serta asama parah, hingga dapat menyebabkan syok anafilaksis. Informasi ini memperkuat pentingnya penelitian terhadap struktur protein alergen dalam bahan pangan hewani.

Bentuk spasial dari protein sangat penting karena interaksi antara alergen dan sistem imun bergantung pada konformasi struktur protein tersebut, bukan hanya urutan asam aminonya. Epitop konformasional (bagian protein yang dikenali oleh antibodi) hanya dapat diidentifikasi secara akurat jika struktur 3D protein tersebut diketahui. Oleh karena itu, pemahaman struktur 3D memberikan dasar penting untuk mengembangkan strategi mitigasi (tindakan mengurangi atau mencegah dampak negatif suatu risiko atau masalah). Pendekatan *in silico* melalui SWISS-MODEL menawarkan metode yang sangat efisien dan mudah diakses untuk memvisualisasikan struktur 3D protein. SWISS-MODEL merupakan platform pemodelan yang dapat menampilkan struktur 3D protein secara otomatis dengan tingkat keakuratan yang baik. Oleh karena itu, penggunaan SWISS-MODEL dalam pendekatan *in silico* menjadi pilihan yang tepat untuk mendukung penelitian ini, khususnya dalam memahami struktur molekuler protein alergenik secara lebih efisien dan mendalam.

Tujuan dari riset ini adalah untuk merekonstruksi dan menganalisis struktur tiga dimensi (3D) protein alergenik hewani yang berasal dari susu sapi, ikan kerapu tutul, dan telur ayam dengan pendekatan *in silico* menggunakan SWISS-MODEL. Riset ini bertujuan mengidentifikasi epitop konformasional yang berperan dalam memicu respons imun, serta memahami hubungan antara struktur molekuler dan sifat alergenitas protein. Manfaat dari riset ini antara lain memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode deteksi alergen, mendorong inovasi dalam pengelolaan risiko alergi pangan, serta mendukung pengembangan strategi mitigasi seperti rekayasa protein dengan alergenitas rendah. Selain itu, hasil riset ini diharapkan dapat memperkaya kajian dalam bidang biologi molekuler, imunologi, dan keamanan pangan, serta menjadi landasan untuk pengembangan produk pangan yang lebih aman bagi penderita alergi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksploratif dengan tujuan untuk menganalisis karakteristik struktur tiga dimensi protein alergen hewani yang belum banyak diketahui. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi informasi struktural dan fungsional protein melalui analisis *in silico* secara lengkap. Dengan adanya keterbatasan data eksperimental dan referensi yang spesifik terhadap protein target, pendekatan eksploratif dianggap tepat untuk memperoleh wawasan awal yang dapat menjadi dasar bagi penelitian

lanjutan yang lebih konfirmatif atau aplikatif. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi laptop yang terhubung ke internet, dengan langkah-langkah sebagai berikut: (Setiawati, APLIKASI NCBI DALAM BIOINFORMATIKA, September 2015 : 8-15)

Tabel 1. Langkah-langkah pemilihan sekuen target protein pada server NCBI

No	Tahapan
1.	Akses ke https://www.ncbi.nlm.nih.gov (Server NCBI)
2.	Pilih menu "Protein" sebagai database pencarian untuk mendapatkan sekuen protein.
3.	Ketikkan nama protein target yang diinginkan pada kolom pencarian,
4.	Pilih sekuen protein yang sesuai dengan kriteria penelitian berdasarkan deskripsi, nama organisme, dan panjang sekuen.
5.	Download sekuen protein dalam format FASTA dengan memilih opsi "Send to" → "File" → format FASTA, kemudian simpan

No	Tahapan
1.	Buka website resmi SWISS-MODEL di alamat: https://swissmodel.expasy.org/
2.	Klik tombol "Start Modelling" di halaman utama.
3.	Tempelkan sekuen target protein dalam format FASTA ke kolom yang disediakan.
4.	Klik tombol "Build Model" untuk memulai proses pemodelan dan identifikasi template.
5.	Server akan menampilkan daftar template yang cocok beserta parameter penting, seperti: - Sequence identity (tingkat kesamaan urutan) - Coverage (cakupan kesesuaian sekuen) - QMEAN score (kualitas model) - QSQE score (estimasi kualitas model berdasarkan template) Pilih template terbaik berdasarkan kombinasi nilai identity yang tinggi, QMEAN mendekati nol, dan QSQE yang tinggi (maksimal 1.0)
6.	Setelah template dipilih, SWISS-MODEL akan melanjutkan ke tahap pemodelan struktur 3D protein target

Tabel 2. Langkah-langkah identifikasi template protein pada server SWISS-MODEL

Tahapan selanjutnya mencari Ramachandra plot menggunakan web <https://saves.mbi.ucla.edu/> untuk mengintegrasikan validasi struktur 3D dengan menggunakan laman PROCHEK dalam menilai kualitas stereokimia protein berdasarkan analisis geometri residu-residu asam amino penyusun model struktur yang dibandingkan dengan struktur protein eksperimental resolusi tinggi dan menampilkan dalam bentuk diagram Ramachandra. Sebagai pelengkap data Ramachandra plot maka dicari komponen protein geometry menggunakan aplikasi Pymol dengan langkah-langkah yang dapat diakses pada <https://youtu.be/VMfHGfQpQ8s?si=qNDaXZ7QU4CKqYJB>

Tabel 3. Gen id pada setiap protein alergen hewani

No	Nama Protein	Gen Id (GI)
1.	Beta-Laktoglobulin	87196497
2.	Parvalbumin	2871832491
3.	Ovalbumin	212505

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam beberapa tahun terakhir angka kejadian alergi pangan terus meningkat tajam, baik dalam negeri maupun luar negeri. World Allergy Organization (WAO) menyebutkan 22% penduduk dunia menderita alergi dan terus meningkat setiap tahun (Candra et al. 2011). Alergi yang sering timbul karena konsumsi bahan pangan merupakan reaksi yang merugikan dari makanan yang didasarkan pada mekanisme imunologi (Hauben dan Panniks. 1996) Timbulnya reaksi alergi pangan disebabkan di dalam pangan tersebut mengandung senyawa penyebab alergi atau lebih dikenal dengan alergen. Salah satu senyawa yang banyak ditemukan pada bahan pangan adalah protein. Protein adalah rantai asam amino yang bergabung dengan ikatan peptida yang berperan penting dalam mengatasi berbagai masalah dalam tubuh manusia dan merupakan penyusun utama seluruh sel tubuh.

Fungsi protein antara lain adalah membentuk enzim dan hormon, membentuk sel darah, dan membuat antibodi untuk melindungi tubuh dari penyakit dan infeksi (Horton, dkk., 2011). Namun, ada beberapa jenis protein yang justru dapat menimbulkan reaksi alergi apabila dikonsumsi oleh individu yang memiliki sensitivitas terhadap protein tersebut. Reaksi alergi (*reaksi hipersensitivitas*) adalah reaksi-reaksi dari sistem kekebalan yang terjadi ketika jaringan tubuh yang normal mengalami cedera atau terluka. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai protein dinilai sangat penting untuk kehidupan, dan memahami strukturnya dapat memfasilitasi pemahaman mekanistik tentang fungsinya. Melalui upaya eksperimental yang sangat besar, struktur sekitar 100.000 protein telah ditentukan, tetapi ini hanya mewakili sebagian kecil dari miliaran urutan protein yang diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi struktur 3D Protein alergen hewani menggunakan server *SWISS-MODEL* dengan metode seperti di bawah ini.

A. Pemilihan Sekuen Target

Protein yang digunakan dalam penelitian ini merupakan protein alergen hewani yang urutan asam aminonya telah diketahui melalui analisis laboratorium, namun struktur tiga dimensinya belum tersedia secara laboratorium. Gambar 1 memperlihatkan hasil pencarian protein alergen di database NCBI dengan menggunakan kata kunci "Jenis Protein" disertai "*Nama organisme*" di belakangnya yang akan menghasilkan beberapa tipe protein. Data ini diakses pada Juni 2025.

ncbi.nlm.nih.gov/protein/?term=Beta-lactoglobulin+bos+taurus

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

Protein Search

Species: Animals (198)
Source databases: PDB (139), RefSeq (9), UniProtKB / Swiss-Prot (4)
Sequence length: Custom range...
Molecular weight: Custom range...
Release date: Custom range...
Revision date: Custom range...

Summary: 20 per page | Sort by Default order | Send to: Filters: Manage Filters

See the results of this search (52 items) in our new Identical Protein Groups database.

Items: 1 to 20 of 198

- ☐ **beta-lactoglobulin precursor [Bos taurus]**
1. 178 aa protein
Accession: NP_776354.2 GI: 87196497
[BioProject](#) [Nucleotide](#) [PubMed](#) [Taxonomy](#)
[GenPept](#) [Identical Proteins](#) [FASTA](#) [Graphics](#)
- ☐ **beta-lactoglobulin [Bos taurus]**
2. 178 aa protein
Accession: CAA32835.1 GI: 520
[Nucleotide](#) [PubMed](#) [Taxonomy](#)
[GenPept](#) [Identical Proteins](#) [FASTA](#) [Graphics](#)
- ☐ **TPA beta-lactoglobulin precursor [Bos taurus]**
3. 178 aa protein
Accession: DAA24277.1 GI: 2
[BioProject](#) [Nucleotide](#) [PubMed](#) [Taxonomy](#)
[GenPept](#) [Identical Proteins](#) [FASTA](#) [Graphics](#)

Stop sharing Hide

Results by taxon
Top Organisms: [Tree](#)
Bos taurus (185)
Bos indicus (10)
Bos indicus x Bos taurus (3)

Find related data
Database: Select
Find items

Search details
Beta-lactoglobulin[All Fields] AND ("bos taurus"[Organism] OR bos taurus[All Fields])
Search See more...

(A)

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

Protein Search

Species: Animals (2)
Source databases: Custom range...
Sequence length: Custom range...
Molecular weight: Custom range...
Release date: Custom range...
Revision date: Custom range...

Summary: Sort by Default order | Send to: Filters: Manage Filters

See ocm4.5 (PARVALBUMIN) oncomodulin 4 gene 5 in the Gene database
parvalbumin reference sequences [Transcript \(1\)](#) [Protein \(1\)](#)

See the results of this search (2 items) in our new Identical Protein Groups database.

Items: 2

- ☐ **parvalbumin [Lateolabrax maculatus]**
1. 109 aa protein
Accession: XLT98297.1 GI: 2871832491
[Nucleotide](#) [PubMed](#) [Taxonomy](#)
[GenPept](#) [Identical Proteins](#) [FASTA](#) [Graphics](#)
- ☐ **parvalbumin beta [Lateolabrax maculatus]**
2. 109 aa protein
Accession: XLT98298.1 GI: 2871832493
[Nucleotide](#) [PubMed](#) [Taxonomy](#)

Analyze these sequences
Run BLAST
Align sequences with COBAL
Identify Conserved Domains with CD-Search

Find related data
Database: Select
Find items

Search details
parvalbumin[All Fields] AND ("Lateolabrax maculatus"[Organism] OR Lateolabrax maculatus[All Fields])
Go to Settings to activate Wi

(B)



(C)

Gambar 1. (A) Hasil pencarian protein Beta-laktoblobulin pada database NCBI, **(B)** Hasil pencarian protein Parvalbumin pada database NCBI, **(C)** Hasil pencarian protein Ovalbumin pada database NCBI

Dari hasil pencarian tersebut, dipilih masing-masing satu protein target yang belum memiliki struktur 3D, yaitu Protein Beta-laktoblobulin pada *Bos taurus* (Susu sapi), Parvalbumin pada *Lateolabrax maculatus* (Ikan kerapu), dan Ovalbumin pada *Gallus gallus* (Telur ayam). Setelah itu, akan didapatkan sekuen protein sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Urutan asam amino protein ini digunakan sebagai dasar untuk memodelkan struktur tiga dimensi menggunakan server SWISS-MODEL.

Target **MKCLLLALALTCGAQALIVTQTHKGLDIQKVAGTWYSLAMAASDISLLDAQSAPLRVYVEELKPTPEGLLEILLQKWENGCEAQKKIIAEKTKIPAVFKIDALNENKVLVLDTDY** 115

Target **KKYLLFCMENSAPPEQSACQCLVRTPEVDDEALEKFDKALKALPMHIRLSFNPTQLEEQCHI** 178

(a)

Target **MAFAGVLSADITAALLEGCKGAGTFDVKFFKACGMAGKSPEDVKKAFFIIDQDKSGFIEEDELKFLQNFQAGARELTADETKTFLKAGDSGDGKIGADEFAAMVKS** 109

(b)

Target **MGSIGAASMEFCDFVKELKVHANENIFYCPIAIMSALAMVYLGAKDSTRITQINKVVRFDKLPFGGDSIEAQCGTSVNVHSSLRDILNQITKPNVYSFSLASRLYAEERYPIIL** 115

Target **PEYLQCVKELYRGGLEPIINFQTAADQARELINSWVESQTNGIIRNVLPSSVDSQTAAMVLVNAIVFKGLWEKAFKDEDTQAMPFRVTEQESKPVQMMYQIGLFRVASMASEKMKI** 230

Target **LELPFASGTMSMLVLLPDEVSGLEQLESIINFELTETWSSNVMEERKIKVYLPRIKMEEKYNLTSVLMANGITDVFSSANLSGISSAESLKISQAVHAAHAINEAGREVVGSG** 345

Target **AEAGVDAASVSEEFRAHPFLFCIKHIATNAVLFGRGVSP** 386

(c)

Gambar 2. (a) Sekuen target protein Beta-laktoblobulin pada *Bos taurus* (Susu sapi), **(b)** Sekuen target protein Parvalbumin pada *Lateolabrax maculatus* (Ikan kerapu), **(c)** Sekuen target protein Ovalbumin pada *Gallus gallus* (Telur ayam)

B. Identifikasi Template

Data sekuen protein seperti yang terlihat pada Gambar 2, di submit pada server SWISS-MODEL. Dari hasil submit tersebut terdapat lebih dari satu template telah dihasilkan, dengan seleksi didasarkan pada beberapa kriteria yaitu: *Coverage*, nilai *GMQE*, *Identity*, *Methods*, *Oligo Score* dan *Ligands*. Parameter template yang dipilih mencakup nilai *GMQE* tertinggi mendekati 1, dan nilai *Identity* di atas 50%. Berdasarkan kriteria ini, maka dipilih template dengan kode [6nkq.1.A](#) pada protein Beta-laktoglobulin, kode [1cdp.1.B](#) pada protein Parvalbumin, dan kode [1ova.1.A](#) pada protein Ovalbumin. Template tersebut masing-masing memiliki:

1. Protein beta-laktoglobulin

Templat yang dihasilkan ada 13 buah dan 2 yang model yang dipilih didasarkan nilai Sequen Identity sebesar 100,00%, nilai parameter *GMQE* sebesar 0,87 serta metode yang digunakan adalah AlphaFold v2 dengan oligomerisasi monomer yang melibatkan ligan CA.

2. Protein parvalbumin

Templat yang dihasilkan ada 50 buah dan 2 buah model yang dipilih didasarkan nilai Sequen Identity sebesar 75,70%, nilai parameter *GMQE* sebesar 0,82 serta metode yang digunakan adalah AlphaFold v2 dengan oligomerisasi monomer (matching prediction) yang melibatkan ligan CD.

3. Protein ovalbumin

Templat yang dihasilkan ada 50 buah dan 4 buah model yang dipilih didasarkan nilai Sequen Identity sebesar 100,00%, nilai parameter *GMQE* sebesar 0,90 serta metode yang digunakan adalah AlphaFold v2 dengan oligomerisasi monomer (matching prediction) yang melibatkan ligan CA.

C. Pemodelan Sekuen Target

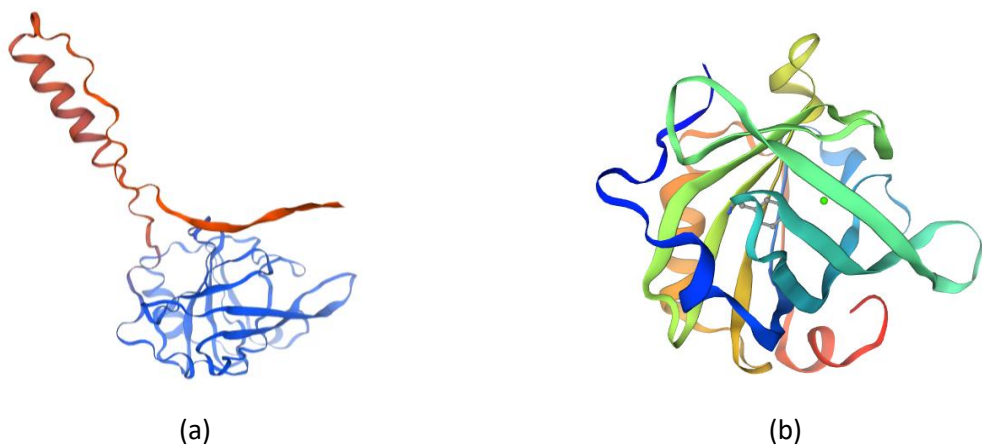
Setelah diketahui template yang akan digunakan untuk pembuatan model struktur tiga dimensi dari sekuen target maka selanjutnya dilakukan pembuatan model. Model identity pada protein beta-laktoglobulin dengan template adalah sebesar 100,00%, pada model identity protein parvalbumin sebesar 75,70%, dan pada protein ovalbumin sebesar 100,00%. Apabila nilai identity antara sekuen target dan template diatas 50% maka semakin besar kemiripannya dan protein bisa di modelingkan. Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 menunjukkan hasil pemodelan struktur tiga dimensi dengan menggunakan SWISS-MODEL. Seperti yang terlihat pada Gambar 2, jumlah residu protein target pada protein beta-laktoglobulin adalah 178 dengan urutan 1-178, pada protein parvalbumin adalah 109 dengan urutan 1-109, dan pada protein ovalbumin adalah 386 dengan urutan 1-386.

Keterangan pada Data model *information* tersebut bertujuan untuk meningkatkan identity antara sekuen target pada protein beta-laktoglobulin dengan template [6nkq.1.A](#) adalah sebesar 100,00%, protein parvalbumin dengan template [1cdp.1.B](#) sebesar 75,70%, dan protein ovalbumin dengan template [1ova.1.A](#) sebesar 100,00%. Evaluasi model dilakukan dengan memilih salah satu dari beberapa model yang muncul. Beberapa parameter model disajikan dalam Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

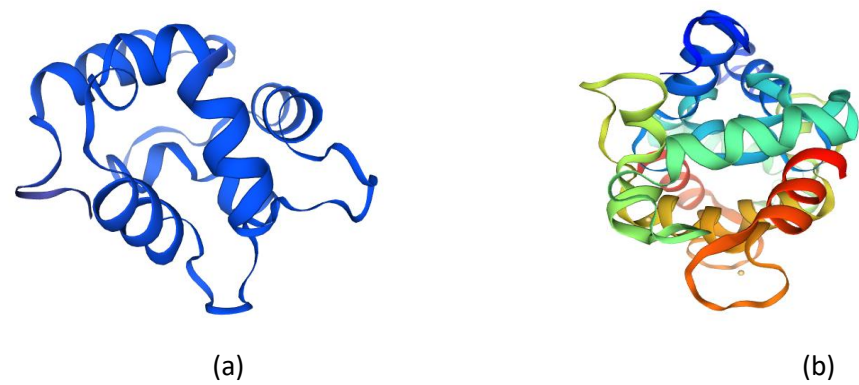
Tabel 4. Parameter model-1 dan model-2 pada protein beta- laktoglobulin

Parameter	Model-1	Model-2
Template	AOA836D465.1.A	6nkq.1.A
Oligo state	Monomer	Monomer

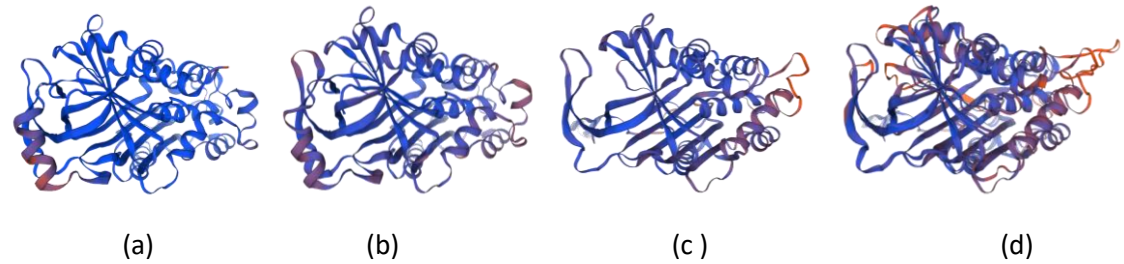
GMQE	0.92	0.87
Sequen Identity	95,51%	100.00%
Sequen similarity	0,60	0.61
Coverage	1.00	1.00
Methods	AlphaFold v2	X-ray, 2.30 A



Gambar 3. (a) Model-1 dan (b) Model-2 pada protein beta-laktoglobulin



Gambar 4. (a) Model-1 dan (b) Model-2 pada protein parvalbumin



Gambar 5. (a) Model-1, (b) Model-2, (c) Model-3, (d) Model-4 pada protein ovalbumin

Tabel 5. Parameter model-1 dan model-2 pada protein parvalbumin

Parameter	Model-1	Model-2
Template	P02618.1.A	1cdp.1.B
Oligo state	Monomer	Monomer
GMQE	0.96	0.82
Sequen Identity	75.00%	75.70%
Sequen similarity	0.52	0.52
Coverage	0.99	0.98
Methods	AlphaFold v2	X-ray, 1.60 A

Parameter	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4
Template	A0A2H4Y8A9.1.A	1uhg.1.A	6kga.1.C	6kga.1.C
Oligo state	Monomer	Monomer	Monomer (atching prediction)	Monomer
GMQE	0.95	0.90	0.84	0.72
Sequen Identity	99.74%	100.00%	71.76%	32.17%
Sequen similarity	0.60	0.60	0.53	0.37
Coverage	1.00	1.00	1.00	0.97
Methods	AlphaFold v2	X-ray, 1.90 A	X-ray, 3.30 A	X-ray, 2.60 A

Tabel 6. Parameter model-1 dan model-2 pada protein ovalbumin

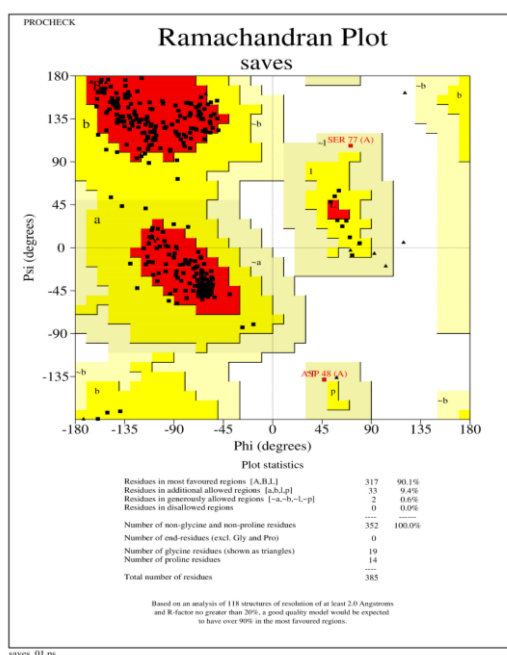
D. Evaluasi Model

Evaluasi model merupakan bagian penting dalam pembuatan model protein, dimana nilai persentase identitas antara sekuen target dan template sebagai indikator utama dalam menentukan kualitas model yang dihasilkan. Semakin besar nilai % identitas sekuen target maka semakin besar kemungkinan model mempresentasikan keakuratannya. Berdasarkan template *identification* protein beta-laktoglobulin memiliki identity sebesar 100.00% dengan menggunakan protein [6nkq.1.A](#). Sementara itu protein parvalbumin memiliki identity sebesar 75,70% dengan menggunakan protein [1cdp.1.B](#), dan protein ovalbumin memiliki identity sebesar 100,00% menggunakan protein [1uhg.1.A](#) sebagai template. Menurut Bordoli, et al., (2009) akurasi model secara individu mungkin sangat bervariasi dari rata-rata mutu yang diharapkan karena berhubungan

dengan tingkat homologi pensejajaran target template, rendahnya mutu template, fleksibilitas struktur dan kurang akurasinya program pemodelan.

E. Penilaian Model

Penilaian struktur protein alergen menghasilkan beberapa model dari server *SWISS-MODEL*. Namun, berdasarkan parameter plot Ramachandran, model yang dipilih adalah protein dengan urutan sekuen terpanjang, yaitu protein ovalbumin. Model-2 struktur ini ditunjukkan melalui plot Ramachandran dan hasil analisis MolProbity. Hasil plot Ramachandran untuk model-2 ditampilkan pada Gambar.



Gambar 8. Hasil ramachandran plot pada model 2 protein ovalbumin

Berdasarkan *Ramachandran plots*, protein mempunyai kualitas struktur yang baik jika residu asam amino secara umum lebih banyak pada daerah *favoured* dibandingkan *outliers*. Dari hasil menunjukkan bahwa model-2 memiliki daerah most favoured sebesar 90,1%, daerah additionally allowed sebesar 9,6%, dan daerah generously allowed sebesar 0,3%, sedangkan tidak ada residu yang jatuh pada daerah disallowed (0,0%) yang menunjukkan bahwa model ini memiliki kualitas konformasi yang sangat baik, sesuai standar validasi struktur protein. Jumlah total residu yang dianalisis adalah 385, terdiri dari 352 residu non-glisin/non-prolin, 14 residu glisin, dan 19 residu prolin. Residu yang teridentifikasi dengan konformasi menonjol adalah SER77 (A) dan ASP148 (A), yang masih berada di area diizinkan namun perlu diperhatikan dalam validasi detail.

Protein Geometry	Poor rotamers	3	0.91%
	Favored rotamers	310	93.66%
	Ramachandran outliers	3	0.78%
	Ramachandran favored	374	97.65%
	Rama distribution Z-score	0.25 ± 0.41	
	MolProbity score [^]	0.70	
	Cβ deviations >0.25Å	1	0.27%
	Bad bonds:	7 / 3053	0.23%
	Bad angles:	24 / 4127	0.58%
Peptide Omegas	Cis Prolines:	0 / 14	0.00%

Gambar 9. Hasil Analisis Model-2 Protein Ovalbumin

Pada analisis menggunakan aplikasi Pymol, ditemukan beberapa parameter Protein Geometry yang menjadi indikator kualitas model struktur yang dihasilkan, diantaranya adalah *Ramachandran outliers*, *Ramachandran favored*, *MolProbity score*, *Bad bonds*, dan *Bad angles*.

1. Ramachandran Outliers

Terdeteksi sebanyak 3 residu (0,78%), yaitu residu-residu yang berada di luar wilayah yang diperbolehkan dalam *Ramachandran plot*. Nilai ini cukup optimal dan masih dalam batas toleransi.

2. Ramachandran Favored

Terdapat sebesar 97.65% (374 residu), mengindikasikan bahwa mayoritas residu berada pada wilayah yang diperbolehkan dalam plot Ramachandran, hal ini mendukung kestabilan dan validitas model yang dinilai bagus.

3. MolProbity score

Ditemukan sebesar 0.70, ini merupakan nilai yang sangat baik, karena semakin rendah nilainya, semakin baik kualitas struktur.

4. Bad Bonds

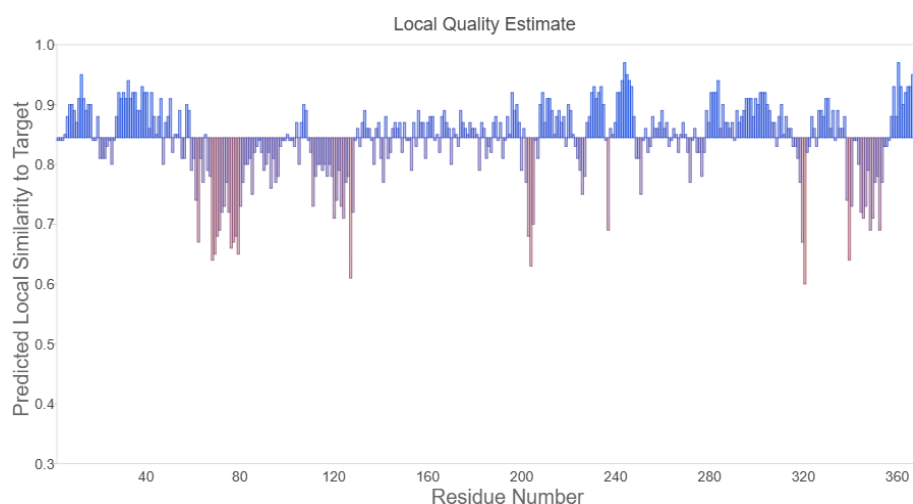
Meskipun nilai 0.23% tergolong kecil dan masih bisa ditoleransi, idealnya nilai ini seminimal mungkin atau bahkan nol untuk menunjukkan struktur yang stabil secara kimiawi.

5. Bad Angles

Nilai 0.58% masih dalam batas wajar untuk model hasil prediksi in silico, namun tetap disarankan untuk dilakukan *refinement* lebih lanjut bila diperlukan, terutama jika struktur ini akan digunakan dalam simulasi atau perancangan obat.



Gambar 10. Posisi Model (bintang merah) pada sebaran nilai Z



Gambar 11.

Perkiraan kualitas lokal residu asam amino

Parameter lain yang digunakan untuk menilai kualitas model adalah QMEAN. Website <https://swissmodel.expasy.org/> digunakan untuk mengetahui parameter QMEAN. QMEAN adalah fungsi penilaian gabungan yang dapat menentukan perkiraan kualitas absolut global yaitu untuk seluruh struktur dan lokal yaitu per residu asam amino berdasarkan satu model tunggal. Skor QMEAN awalnya berada dalam rentang 0 hingga 1, di mana nilai 1 menunjukkan kualitas yang sangat baik. Namun, secara umum digunakan juga skor Z (Z-score), yaitu ukuran seberapa jauh model berbeda dari struktur referensi hasil kristalografi sinar-X dengan resolusi tinggi. Pada Gambar , posisi model ditandai dengan simbol bintang merah pada sebaran nilai Z. Jika tanda bintang merah berada pada wilayah Z-score < 1, maka model tersebut masih dianggap cukup baik. Perkiraan kualitas lokal tiap residu asam amino dapat dilihat pada Gambar 8. Grafik ini menunjukkan hubungan antara kesesuaian residu asam amino model (sumbu x) dengan struktur asli (sumbu y). Residu dengan skor di bawah 0,6 umumnya dianggap berkualitas rendah. Namun,

Gambar 8 memperlihatkan bahwa tidak ada residu dalam model yang memiliki skor di bawah 0,6, sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas residu model tersebut tergolong baik.

SIMPULAN

Pemodelan struktur 3D protein alergen hewani Beta-laktoglobulin pada *Bos taurus* (Susu sapi), Parvalbumin pada *Lateolabrax maculatus* (Ikan kerapu), dan Ovalbumin pada *Gallus gallus* (Telur ayam) dengan metode homologi modelling menggunakan SWISS MODEL. Hasil pensejajaran sekuen dan visualisasi model struktur menunjukkan sequeen identity yang tinggi dengan template yaitu, 100,00% untuk Beta-laktoglobulin dan Ovalbumin serta 75,70% pada Parvalbumin yang identik. Evaluasi dan penilaian model-2 pada protein ovalbumin yang memiliki sekuen yang panjang memiliki Ramachandra plot dengan daerah favoured 97.65% dan most favoured sebesar 90,1%, dengan skor Molprobitiy sebesar 0.70 dan harga QMEAN 0.90. Model-2 protein ovalbumin adalah model struktur 3D protein alergen yang bernilai baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Imron, A. S. (2017). Tingkat Pengetahuan Masyarakat Alergi Telur dan Upaya Penanganannya di Klinik Imron Medika. Prodi Kedokteran, Fakultas Kedokteran.
- Komari, Noer, dkk.(2020).Pemodelan Protein dengan Homology Modeling Menggunakan SWISS-MODEL. Jurnal Jejaring Matematika dan Sains. Vol.2 No.2.hal:65-70
- Komari, Noer, Samsul Hadi, and Eko Suhartono. "Pemodelan Protein dengan Homology Modeling menggunakan SWISS-MODEL: Protein Modeling with Homology Modeling using SWISS-MODEL." Jurnal Jejaring Matematika dan Sains 2.2 (2020): 65-70
- Miciński, J., Kowalski, I. M., Zwierzchowski, G., Szarek, J., Pierożyński, B., & Zabłocka, E. (2013). Characteristics of cow's milk proteins including allergenic properties and methods for its reduction. Polish Annals of Medicine, 20(1), 69–76.
<https://doi.org/10.1016/j.poamed.2013.07.006>
- Saudale, Fredy Z. "Pemodelan Homologi Komparatif Struktur 3d Protein dalam Desain dan Pengembangan Obat." Al-Kimia 8.1 (2020).
- Schein, Catherine H.(2020). Bioinformatics Approaches to Classifying Allergens and Predicting Cross-Reactivity.Immunol Allergy Clin North Am.27(1):1-27
- Sujatmiko, H., Palupi, N. S., & Wulandari, N. (2023). Metaanalisis peranan teknologi proses pengolahan terhadap penurunan alergenitas ikan: Meta-analysis on the role of food processing technology for fish allergenicity reduction. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 26(3), 350–360.
- Sundale, Fredy Z. (2020).Pemodelan Homologi Komparatif Struktur 3D Protein Dalam Desain dan Pengembangan Obat. Al-Kimia. Vol.8.No.1.hal:93-103
- Surya, A. S., & Salmiyanti, S. (2023). Anak dengan Alergi Susu Sapi. Jurnal Mahasiswa Ilmu Kesehatan, 1(3), 101-112.
- Waterhouse, A., Bertoni, M., Bienert, S., Studer, G., Tauriello, G., Gumienny, R., ... & Schwede, T. (2018). SWISS-MODEL: homology modelling of protein structures and complexes. Nucleic Acids Research, 46(W1), W296–W303.
- Wartika, I. G. N. K. A., & Purnamawati, I. A. P. (2023). Tinjauan Pustaka: Alergi Susu SAPI. Ganesha Medicina, 3(1), 29-40.
- Wijaya, Hendra.Hasanah Fitri.(2016). Prediksi Struktur Tiga Dimensi Protein Alergen Pangan Dengan Metode Homologi Menggunakan Program SWISS-MODEL. Biopropal Industri Vol.

Analisis *In-Silico* Potensi Senyawa Antioksidan Batang *Spatholobus littoralis* (Bajakah)

*Nia Asri Setyawan, Amelinda Endaryani¹, Eliana Sakadina, Agus Muji Santoso

Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis Korespondensi : asrinia519@gmail.com

ABSTRACT

Bajakah is a traditional medicinal plant native to the forests of Kalimantan and is known to contain various active compounds such as flavonoids, hydroquinone, alkaloids, phenols, and terpenoids. This study aims to analyze the antioxidant potential of compounds found in the stem of Spatholobus littoralis through in silico methods, including drug-likeness evaluation based on Lipinski's Rule, ADMET prediction (absorption, distribution, metabolism, excretion, and toxicity), and toxicity assessment using ProTox-3.0.

The results showed that all five compounds complied with Lipinski's Rule and exhibited high gastrointestinal absorption and reasonably good bioavailability. These compounds also demonstrated diverse antioxidant activities, such as free radical scavenging and inhibition of oxidative enzymes. Based on toxicity predictions, flavonoids and terpenoids were classified as Class V (non-toxic), alkaloids as Class IV (slightly toxic), and hydroquinone and phenols as Class III (moderately toxic), with hydroquinone showing the highest toxicity indicated by an LD₅₀ value of 225 mg/kg. These findings support the potential of bajakah stem as a promising source of natural antioxidant compounds for further development.

Key words:

Bajakah, *Spatholobus littoralis*, antioksidan, in silico, ADMET, Lipinski, toksisitas

Riwayat artikel

Diterima: 16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Bajakah (*Spatholobus littoralis*) masuk kedalam Famili *Fabaceae* dari Genus *Uncaria* dan tergolong dalam Suku *Phaseoleae*, pertama kali ditemukan pada tahun 1842 oleh Justus Karl Hasskarl, seorang cendekiawan botani asal Jerman (Ninkaew & Chantaranonthai, 2014). Tanaman ini mengandung metabolit primer dan sekunder, di mana metabolit primer merupakan senyawa esensial yang dihasilkan melalui reaksi dan jalur vital demi keberlangsungan hidup organisme, seperti glikolisis, siklus TCA (tricarboxylic acid), atau jalur shikimat (Pott et al., 2019). Sebaliknya, metabolit sekunder bersifat nonesensial namun berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif dan adaptasi, seperti simbiosis, pertahanan, transportasi, serta perlindungan terhadap patogen (Thirumurugan et al., 2018; Wink, 2010:2). Tanaman ini unik karena hanya tumbuh di daerah tertentu, seperti hutan rawa gambut Kalimantan Tengah, dengan kondisi iklim mikro khas suhu sekitar 31°C, kelembaban udara 75%, dan intensitas cahaya rendah sekitar 20% (Oliver et al.,

2022). Selain Kalimantan, bajakah juga ditemukan tumbuh liar di Bangka Belitung, menunjukkan adaptasinya pada habitat hutan tropis yang lembab. Riset terbaru terhadap batang bajakah asal Bangka Belitung menunjukkan bahwa ekstrak etanolnya mengandung senyawa aktif seperti fenol hidrokuinon/tanin, flavonoid, dan alkaloid senyawa yang diketahui memiliki kemampuan sebagai antioksidan dan antikanker.

Bajakah memiliki potensi yang cukup luas sebagai tanaman sumber antioksidan dan telah digunakan secara turun-temurun oleh masyarakat suku Dayak di Kalimantan sebagai obat tradisional untuk penyembuhan penyakit seperti diare, pegal linu, luka, hingga dipercaya mampu mengobati kanker (Nastati, 2022). Penelitian Kalalinggi dkk., (2024), masyarakat Kalimantan memanfaatkan air rebusan batang bajakah sebagai obat tradisional untuk mengatasi sakit perut, dan disentri dilakukan dengan cara meminum air hasil rebusan batang bajakah tersebut. Penelitian Selpi dkk. (2024) juga mengungkap tanaman bajakah juga diketahui memiliki khasiat untuk membantu mengobati diabetes. Cara penggunaannya dilakukan dengan memotong bagian akar, kemudian air yang keluar dari akar tersebut diminum secara langsung. Penelitian ini sejalan dengan Suciwati dkk. (2024) akar bajakah bisa untuk menyembuhkan tumor, benjolan, dan gangguan pada kelenjar getah bening dengan cara merebus akar kemudian meminum air rebusannya.

Penelitian secara laboratorium juga mengungkapkan potensi bajakah secara medik pengujian fitokimia yang dilakukan oleh Maulina et al. (2019) menunjukkan hasil bahwa alkaloid, flavonoid, dan terpenoid adalah senyawa yang terkandung dalam bajakah. Ekstrak etanol kayu bajakah mempunyai daya antioksidan sangat kuat yaitu IC₅₀ sebesar 8,25 µg/ml (Iskandar & Warsidah, 2020). Batang bajakah yang mengandung senyawa fenolik dan flavonoid menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat dan aman digunakan. Hal tersebut diperjelas oleh Zhang et al. (2015) yang menyatakan bahwa terdapat Lebih dari 200 kandungan metabolit sekunder yang dimiliki oleh tanaman bergenus *Uncaria* dengan dominasi Alkaloid, terpenoid, serta flavonoid yang jumlahnya mendominasi. Flavonoid terdapat hampir di seluruh bagian tanaman termasuk akar, batang, kayu, dan kulit. Senyawa ini mampu menghambat ekspresi isoform sintase oksidan, nitrat, siklooksigenase, dan lipooksigenase, yang bertanggung jawab keluarnya mediator inflamasi. Seperti histamin, bradikinin, serotonin, leukotrien, dan prostaglandin (Corwin, 2009). Senyawa ini bagi manusia berpotensi sebagai antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, dan antialergi (Natasa et al., 2021). Mekanisme munculnya efek antioksidan pada senyawa ini berasal dari gugus hidroksil flavonoid yaitu donor atom hidrogen yang melakukan penangkapan terhadap radikal bebas (Neldawati et al., 2013).

Penemuan ini memperkuat validasi ilmiah terhadap pengetahuan lokal serta membuka peluang pemanfaatan tanaman bajakah sebagai bahan obat herbal alami yang tumbuh dari kekayaan hayati wilayah Indonesia. Penelitian batang bajakah menjadi penting karena masyarakat mencari alternatif dari obat kimia yang berpotensi menimbulkan efek samping, mulai dari gangguan pencernaan, kerusakan organ vital seperti hati dan ginjal, hingga resistensi dan ketergantungan. Situasi ini mendorong pencarian metode pengobatan alternatif yang lebih aman, alami, dan minim resiko kesehatan. Batang bajakah yang telah digunakan secara tradisional mengandung senyawa seperti fenolik, flavonoid, steroid, alkaloid, dan hidrokuinon yang memiliki aktivitas antioksidan kuat dan aman. Potensi ini memberikan alternatif signifikan terhadap obat antioksidan kimia komersial, baik golongan steroid (AIS) maupun non-steroid (AINS). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis secara *in silico* potensi senyawa

antioksidan yang terkandung dalam batang tanaman Bajakah (*Spatholobus littoralis*). Analisis ini akan fokus pada identifikasi dan karakterisasi metabolit sekunder yang diduga kuat memiliki aktivitas antioksidan, guna memberikan dasar ilmiah bagi pemanfaatan Bajakah sebagai agen terapi alami.

METODE

Penelitian ini akan menggunakan metode deskriptif eksploratif untuk menganalisis potensi senyawa antioksidan pada batang Bajakah (*Spatholobus littoralis*) secara *in silico*. Pendekatan deskriptif eksploratif ini bertujuan untuk mendapatkan data yang mendefinisikan dan menjelaskan konsep serta pola yang relevan dengan aktivitas antioksidan senyawa dalam bajakah.

1. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan HP Samsung Galaxy A05s sebagai perangkat keras utama. Spesifikasi perangkat ini meliputi prosesor Qualcomm Snapdragon 680, RAM 6 GB, dan GPU Adreno 610, yang beroperasi pada sistem Android 14 dengan antarmuka One UI 6.0. Pencarian studi literatur dilakukan secara daring melalui Website Google Scholar (<https://scholar.google.com/>)

2. Prosedur

2.1 Penyiapan Canonical SMILES

Melalui kajian pustaka ditemukan 10 senyawa aktif yang berpotensi sebagai obat. Namun hanya 5 senyawa yang dapat dianalisis secara lanjut dikarenakan lima senyawa yang tidak didapatkan didatabase canonical SMILE <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>. Kelima senyawa tersebut adalah flavonoid, hidrokuinon, alkaloid, fenol dan terpenoid. Senyawa fenol, hidrokuinon, flavonoid, dan alkaloid diketahui memiliki aktivitas sebagai antioksidan dan antikanker (Rahmawati et al., 2023). Senyawa steroid berperan sebagai agen anti inflamasi serta menyeimbangkan hormon, sehingga berpotensi untuk pengobatan peradangan dan gangguan hormonal. Sementara itu, senyawa terpenoid diketahui memiliki efek antimikroba, antikanker, dan anti radang (Sari et al., 2021). Data canonical SMILES masing-masing senyawa diperoleh dari website PubChem.

2.2. Analisis Molekul Sifat Kemiripan Obat

Analisis kemiripan obat (drug likeness) dilakukan menggunakan situs SwissADME <http://www.swissadme.ch/> dengan mengacu pada aturan Lipinski. Aturan ini menyatakan bahwa suatu senyawa berpotensi memiliki aktivitas seperti obat jika memenuhi beberapa kriteria, yaitu berat molekul kurang dari 500 Dalton, nilai logP dibawah 5, jumlah donor ikatan hidrogen kurang dari 5, dan jumlah akseptor ikatan hidrogen kurang dari 10. Prinsip ini banyak digunakan dalam proses penemuan dan pengembangan obat untuk mengetahui sifat farmakologis suatu senyawa (Lipinski, 2000).

2.3. Analisis ADMET

Prediksi sifat fisikokimia dan farmakokinetik (ADMET) dari kelima senyawa dilakukan menggunakan situs SwissADME dan pkCSM. Parameter ADMET yang dianalisis meliputi absorpsi berdasarkan tingkat penyerapan di saluran cerna (HIA), distribusi dilihat dari kemampuan

menembus sawar darah otak (BBB) dan volume distribusi (VDss), metabolisme melalui interaksi dengan enzim sitokrom P450 (CYP1A2, CYP2C19, CYP2C9, CYP3A4), serta ekskresi yang diukur dari laju total clearancs (Shofi,2021)

2.4.Uji Toksisitas

Penentuan indikator toksisitas akan dilakukan melalui analisis potensi toksisitas oral akut. Prediksi awal potensi ini akan diperoleh dari platform daring AdmetSAR (<http://lmmd.ecust.edu.cn/admetSar1/home/>). Setelah itu, nilai LD50 dan kelas toksisitas akan ditetapkan menggunakan website ProTox-3.0 (<https://tox.charite.de/protox3/>).

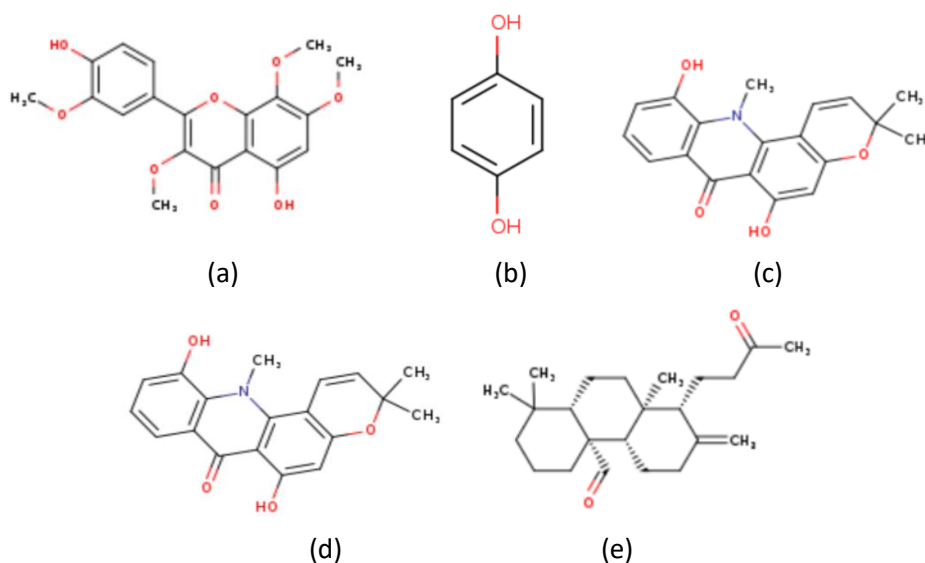
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis 5 senyawa antioksidan yaitu Fenol, Hidrokuinon, Terpenoid, Alkaloid, dan Flavonoid menunjukkan bahwa senyawa-senyawa tersebut memiliki potensi kemiripan sebagai obat, sesuai dengan parameter yang ditetapkan dalam aturan Lipinski melalui website SwissADME.

Tabel 1. Aktivitas Senyawa pada Bajakah (Spatholobus littoralis) sebagai Antioksidan

Senyawa	Pa>0,7	Aktifitas
Flavonoid, dari 65 hanya 10 yang berkaitan dengan antioksidan	0,802	Free radical scavenger
	0,722	Antioxidant
	0,783	Lipid peroxidase inhibitor
	0,882	NADPH oxidase inhibitor
	0,919	Peroxidase inhibitor
	0,823	HMOX1 expression enhancer
	0,703	Chemopreventive
	0,725	Antineoplastic
	0,82	Vasoprotector
	0,713	Antiinflammatory
Hidrokuinon, dari 336 hanya 15 saja yang berkaitan dengan antioksidan	0,921	Glutathione thiolesterase
	0,838	P-benzoquinone reductase
	0,928	Ubiquinol-cytochrome-c
	0,899	Glucose oxidase inhibitor
	0,883	Monodehydroascorbate
	0,888	APOA1 expression enhancer

	0,826	Gluconate 2-dehydrogenase
	0,85	Nitrate reductase
	0,825	Pterin deaminase inhibitor
	0,824	Crotonoyl-[acyl-carrier-protein] hydratase inhibitor
	0,826	Nucleoside oxidase (H ₂ O ₂ -forming) inhibitor
	0,826	Protein-disulfide reductase
	0,822	Manganese peroxidase
	0,824	Phosphatidylserine
	0,823	Laccase inhibitor
Alkaloid, dari 4 hanya 3 yang berkaitan dengan antioksidan	0,843	membrane integrity agonist
	0,847	CYP2C12 substrate
	0,828	antineoplastic
Fenol, dari 297 hanya 8 saja yang berkaitan dengan antioksidan	0,918	NADPH Peroxidase Inhibitor
	0,883	Peroxidase Inhibitor
	0,88	Monodehydroascorbate reductase (NADH) inhibitor
	0,879	Thioredoxin inhibitor
	0,839	Manganese peroxidase inhibitor
	0,839	Protein-disulfide reductase (glutathione)
	0,849	Mucomembranous protector
	0,838	N-hydroxyarylamine O-acetyltransferase inhibitor
Terpenoid, dari 10 senyawa hanya 2 yang berkaitan dengan antioksidan	0,914	Antineoplastic
	0,772	Hepatoprotectant



Gambar 1. a) Struktur senyawa flavonoid, b)

Tabel 2. Aturan Lipinski terhadap senyawa aktif tanaman Bajakah (*Spatholobus littoralis*)

Senyawa	Aturan Lipinski					Kesimpulan
	Berat Molekul <500 dalton	Donor Obligasi H <5	Aseptor ikatan H <10	Aseptor ikatan H <10	Kelarutan dalam air	
Flavonoid	374.34 g/mol	2	8	3.41	Cukup larut	Memenuhi
Hidrokinon	110.11 g/mol	2	2	0.92	Sangat mudah larut	Memenuhi
Alkaloid	323.34 g/mol	2	4	2.82	Cukup larut	Memenuhi
Fenol	94.11 g/mol	1	1	1.24	Sangat mudah larut	Memenuhi
Terpenoid	344.53 g/mol	0	2	3.55	Cukup larut	Memenuhi

Hasil dari 5 senyawa aktif yang terdapat dalam tanaman Bajakah (*Spatholobus littoralis*) menunjukkan bahwa semuanya memenuhi Aturan Lipinski sebagai kriteria kelayakan yang digunakan sebagai obat. Seluruh senyawa memiliki massa molekul kurang dari 500 g/mol, jumlah donor ikatan hidrogen kurang dari 5, serta akseptor ikatan hidrogen kurang dari 10. Selain itu, nilai log P dari semua senyawa juga berada di bawah batas maksimum yaitu 5, yang menunjukkan profil kelarutan dan permeabilitas yang baik (Nusantoro, Y. R., & Fadlan, A., 2020). Kelarutan dalam air dari senyawa-senyawa tersebut bervariasi, mulai dari sangat mudah larut hingga cukup larut, namun secara keseluruhan masih dalam kategori yang dapat diterima (Halim, 2013). Oleh karena itu, senyawa flavonoid, hidrokinon, alkaloid, fenol, dan terpenoid dari tanaman Bajakah

semuanya dinyatakan memenuhi kriteria Lipinski, yang berarti memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai kandidat obat alami (Coimbra et al., 2021).

Hasil prediksi ADMET terhadap lima senyawa yaitu Flavonoid, Hidrokuinon, Alkaloid, Fenol, dan Terpenoid menunjukkan bahwa seluruh senyawa memiliki kemampuan absorpsi gastrointestinal (GI absorption) yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kelima senyawa ini memiliki potensi untuk diserap dengan baik di saluran pencernaan, yang merupakan tahap awal penting dalam meningkatkan bioavailabilitas senyawa aktif dalam tubuh (Vélez et al., 2022). Untuk parameter BBB permeant, yang menunjukkan kemampuan senyawa melintasi sawar darah otak (blood-brain barrier), diketahui bahwa Hidrokuinon, Alkaloid, dan Fenol memiliki kemampuan untuk menembus sawar tersebut, sedangkan Flavonoid dan Terpenoid tidak. Hal ini penting dalam mempertimbangkan efek terapeutik pada sistem saraf pusat. Senyawa yang mampu melewati BBB berpotensi menimbulkan efek biologis di otak, namun juga harus diperhatikan potensi neurotoksisitasnya (Pires et al., 2015).

Tabel 3. Hasil Prediksi ADMET

Senyawa	Gi Absorption	BBB Permeant	Pgp substrate	CYP Inhibitor					Bioavailability score
				1A2	2C19	2C9	2D6	3A4	
Flavonoid	High	No	No	Yes	No	Yes	No	Yes	0.55
Hidrokunion	High	Yes	No	No	No	No	No	Yes	0.55
Alkaloid	High	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	No	0.55
Fenol	High	Yes	No	Yes	No	No	No	No	0.55
Terpenoid	High	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	No	0.55

Keterangan: BBB permeant = saraf sawar otak; CYP inhibitor = penghambat enzim sitokrom P450

Berdasarkan parameter P-glycoprotein (Pgp) substrate, seluruh senyawa terprediksi bukan substrat P-gp, yang merupakan protein transpor efluks utama yang berperan dalam mengeluarkan senyawa dari dalam sel, termasuk di saluran usus dan sawar darah otak. Ketidakterlibatan kelima senyawa sebagai substrat P-gp mengindikasikan bahwa mereka tidak mudah dipompa keluar dari sel, sehingga berpotensi meningkatkan konsentrasi intraseluler dan efektivitas terapeutiknya (Blake et al., 2005). Prediksi terhadap kemampuan senyawa menghambat enzim sitokrom P450 (CYP), yang berperan penting dalam metabolisme obat, menunjukkan bahwa sebagian besar senyawa tidak menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap isoform CYP. Namun, Flavonoid terdeteksi menghambat isoform CYP1A2 dan CYP2C9, sementara Terpenoid menghambat CYP1A2, CYP2C9, dan CYP3A4. Aktivitas inhibisi ini perlu diperhatikan karena dapat menimbulkan potensi interaksi obat dan menghambat metabolisme senyawa lain dalam tubuh (Song et al., 2021; Kim et al., 2015). Sebaliknya, Hidrokuinon, Alkaloid, dan Fenol tidak menunjukkan efek inhibisi terhadap enzim CYP manapun, sehingga relatif lebih aman dari potensi interaksi metabolik.

Nilai bioavailability score untuk kelima senyawa adalah 0.55, yang merupakan nilai sedang dan menunjukkan adanya kemungkinan senyawa untuk tersedia dalam sirkulasi sistemik setelah pemberian oral. Meskipun tidak tergolong sangat tinggi, nilai ini masih cukup

menjanjikan untuk pengembangan senyawa sebagai kandidat obat oral. Secara keseluruhan, kelima senyawa menunjukkan profil ADMET yang cukup baik. Tingginya GI absorption, tidak adanya peran sebagai substrat P-gp, dan rendahnya potensi inhibisi CYP (untuk sebagian senyawa) merupakan indikator positif dalam pengembangan senyawa ini sebagai kandidat farmakologis. Namun, potensi inhibisi CYP oleh Flavonoid dan Terpenoid tetap perlu diperhatikan dalam studi lanjutan terkait interaksi obat (Chen et al., 2023).

Hasil prediksi toksisitas pada Tabel 4 melalui ProTox-3.0 menunjukkan bahwa dari lima senyawa yang diuji, dua senyawa yaitu flavonoid dan terpenoid termasuk dalam kelas V dengan nilai LD50 sebesar 5000 mg/kg. Menurut sistem klasifikasi GHS (Globally Harmonized System), senyawa dengan nilai LD50 lebih dari 2000 mg/kg termasuk dalam kategori tidak beracun atau berisiko rendah (OECD, 2001). Kelas V menunjukkan tingkat toksisitas yang rendah dan mengindikasikan bahwa senyawa tersebut relatif tidak berbahaya jika tertelan dalam jumlah tertentu (OECD, 2001). Hal ini menunjukkan bahwa kedua senyawa tersebut memiliki tingkat toksisitas yang sangat rendah dan relative aman jika dikonsumsi. Sebaliknya, senyawa hidrokuinon dan fenol menunjukkan nilai LD50 masing-masing sebesar 225 mg/kg dan 270 mg/kg serta tergolong dalam kelas toksisitas III. Kelas ini menunjukkan senyawa berpotensi berbahaya karena nilai LD50-nya berada di antara 50 hingga 300 mg/kg (EPA, 2012). Menurut Malmfors dan Teiling (1983), nilai LD50 atau lethal dose 50% merupakan indikator toksikologi penting yang menunjukkan jumlah zat yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian pada 50% subjek uji. Ukuran ini telah menjadi parameter standar dalam menilai toksisitas akut suatu bahan kimia atau obat-obatan (Paramveer et al., 2010). Dari lima senyawa yang dianalisis, hidrokuinon merupakan senyawa dengan potensi toksisitas oral akut paling tinggi berdasarkan nilai LD50 terendah sebesar 225 mg/kg.

Tabel.4 Tabel Hasil Uji Toksisitas

Senyawa	Predicted LD50	Toxicity Class
Flavonoid	5000mg/kg	V
Hidrokuinon	225mg/kg	III
Alkaloid	525mg/kg	IV
Fenol	270mg/kg	III
Terpenoid	5000mg/kg	V

Sementara itu, alkaloid memiliki nilai LD50 sebesar 525 mg/kg dan masuk dalam kelas toksisitas IV, yang berarti senyawa ini bersifat toksik dalam dosis tinggi namun masih lebih aman dibanding hidrokuinon dan fenol (EPA, 2012). Dengan demikian, berdasarkan uji toksisitas ini, flavonoid dan terpenoid memiliki potensi keamanan tertinggi, sedangkan hidrokuinon dan fenol perlu diwaspadai penggunaannya karena memiliki toksisitas sedang. Temuan ini memiliki relevansi etnobotani yang kuat, mengingat tanaman bajakah telah digunakan secara turun-temurun oleh masyarakat suku Dayak sebagai ramuan tradisional untuk mengobati berbagai penyakit. Pengetahuan lokal ini mencerminkan pemanfaatan tanaman obat yang diwariskan lintas generasi sebagai bagian dari kearifan lokal. Penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya oleh (Nastati, 2022), yang menunjukkan bahwa tanaman bajakah bisa untuk penyembuhan penyakit seperti diare, pegal linu, luka, hingga dipercaya mampu mengobati kanker. Penelitian Selpi dkk.,(2024) juga mengungkapkan tanaman bajakah juga diketahui memiliki khasiat untuk membantu mengobati diabetes.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa lima senyawa aktif yang terkandung dalam batang Bajakah (*Spatholobus littoralis*) yaitu flavonoid, hidrokuinon, alkaloid, fenol, dan terpenoid memiliki potensi sebagai kandidat obat alami dan senyawa antioksidan berdasarkan analisis in silico. Seluruh senyawa memenuhi kriteria aturan Lipinski, yang menunjukkan kelayakan sebagai senyawa bioaktif yang dapat diserap dengan baik melalui saluran pencernaan. Kelima senyawa juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang bervariasi, seperti kemampuan menangkap radikal bebas, inhibitor enzim oksidatif, hingga peran protektif terhadap membran sel.

Hasil prediksi ADMET mengindikasikan profil farmakokinetik yang cukup baik, dengan absorpsi gastrointestinal yang tinggi dan bioavailabilitas sedang. Dari aspek toksisitas, flavonoid dan terpenoid termasuk dalam kelas V (tidak beracun), alkaloid dalam kelas IV (toksik ringan), serta hidrokuinon dan fenol dalam kelas III (toksik sedang). Nilai LD50 terendah dimiliki oleh hidrokuinon sebesar 225 mg/kg, menunjukkan potensi toksisitas oral akut yang paling tinggi di antara kelima senyawa.

DAFTAR RUJUKAN

- Afifah, H., & Iskandar, Y. (2024). Review artikel: Kandungan kimia dan aktivitas farmakologi akar kayu bajakah (*Spatholobus littoralis* H). *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 13(1), 12–17.
- Amiani, W., Fahrizal, M. R., & Aprelea, R. N. (2022). Kandungan metabolit sekunder dan aktivitas tanaman bajakah sebagai agen antioksidan. *Jurnal Health Sains*, 3(4), 516–522.
- Blake, M. J., et al. (2005). Role of P-glycoprotein in limiting brain penetration of drugs: Impact on treatment of CNS disorders. *CNS Drugs*, 19(5), 395–403.
- Chen, L., et al. (2023). Computational prediction of oral bioavailability and drug–drug interactions using ADMET modeling. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 63(2), 234–245.
- Coimbra, T., Lemos, T., & Almeida, V. (2021). Pharmacokinetic properties of natural compounds based on Lipinski's Rule of Five. *Journal of Natural Product Research*, 35(4), 302–310.
- Halim, R. (2013). Kelarutan senyawa aktif dalam pengembangan obat berbasis alam. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 11(2), 120–125.
- Kalalinggi, S. Y., Saputra, R. R., Wulandari, O. R., Gracia, A. N., & Imelya, M. (2024). Kajian etnobotani tanaman khas yang dimanfaatkan oleh masyarakat Kalimantan. *Bohr: Jurnal Cendekia Kimia*, 2(02).
- Kim, D., et al. (2015). Predicting drug–drug interactions mediated by cytochrome P450 enzymes using in silico models. *Archives of Pharmacol Research*, 38(12), 2126–2135.
- Lipinski, C. A. (2000). Drug-like properties and the causes of poor solubility and poor permeability. *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods*, 44(1), 235–249.
- Nastiti, K., & Nugraha, D. F. (2022). Aktivitas antiinflamasi ekstrak kayu bajakah (*Spatholobus littoralis* Hask). *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 7(2), 45–50.
- Nursanti, O., Liandra, D., Hadisoebroto, G., & Deswati, D. A. (2023). Molecular docking terhadap reseptor peroxisome proliferasi-aktif reseptor-gamma (PPAR- γ) sebagai antidiabetes: Molecular docking on peroxisome proliferasi-aktif reseptor-gamma (PPAR- γ) receptors as antidiabetic. *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8(1), 315–324.

- Nusantoro, Y. R., & Fadlan, A. (2020). Evaluasi sifat ADME senyawa metabolit sekunder menggunakan SwissADME. *Jurnal Kimia dan Farmasi*, 5(1), 15–22.
- Pires, D. E. V., Blundell, T. L., & Ascher, D. B. (2015). pkCSM: Predicting small-molecule pharmacokinetic and toxicity properties using graph-based signatures. *Journal of Medicinal Chemistry*, 58(9), 4066–4072.
- Selipi, S., & Turnip, M. (2024). Studi etnobotani tumbuhan obat-obatan tradisional suku Melayu di Desa Mungguk Kecamatan Sekadau Hilir Kabupaten Sekadau. *Agroprimatech*, 8(1), 22–33.
- Shofi, M. (2021). Uji *in silico* aktivitas sitotoksik dan toksisitas senyawa bioaktif biji trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr) sebagai kandidat obat diabetes mellitus. *Jurnal Pharma Bhakta*, 1(2).
- Song, I. S., et al. (2021). Drug–drug interactions mediated by cytochrome P450 enzymes: A review. *Drug Metabolism and Pharmacokinetics*, 41, 1–12.
- Suciyati, A., & Retnaningati, D. (2024). Kajian etnobotani tanaman obat di Pasar Dayak Kalimantan Utara. *Borneo Journal of Biology Education (BJBE)*, 6(1), 45–54.
- Vélez, J. C., et al. (2022). Recent advances in oral bioavailability enhancement of natural products. *Current Drug Metabolism*, 23(2), 153–164.
- Wathan, N., Rina, R., Rahmah, N., Aulia, H., & Pujiarti, N. (2023). Etnobotani tumbuhan obat oleh warga Dayak Meratus di Desa Gunung Riut Kabupaten Balangan Kalsel. *Pharma Xplore: Jurnal Sains dan Ilmu Farmasi*, 8(1), 35–48.

Pengaruh Pemberian Mol Daun Pepaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.)

Ro'ikatul Jannah¹, Wiji Arianti¹, Jarul Dina Wahyu Niken¹, M. Nur Kholik Aryanto¹

¹ Program studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: roikatul31@gmail.com

ABSTRACT

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian MOL daun pepaya terhadap pertumbuhan tanaman selada (Lactuca sativa L.) pada lahan This study was conducted to determine the effect of papaya leaf MOL application on the growth of lettuce (Lactuca sativa L.) in narrow fields. The experiment was conducted using a Randomized Block Design (RBD). This treatment consisted of three treatments with two replications. The parameters observed were plant height and number of leaves. The results showed that papaya leaf MOL was ineffective on lettuce growth.

Key words:

Lettuce, MOL, Plant growth

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Selada merupakan salah satu komoditas penting dalam mendukung pertahanan pangan nasional serta pemenuhan gizi masyarakat. Setiap 100 g berat basah selada mengandung 1,2 g protein, 0,2 g lemak, 22,0 mg Ca, 25,0 mg Fe, 162 mg vitamin A, 0,04 mg vitamin B, 8,0 mg vitamin C (Damanik, 2019). Selada seringkali dijadikan pelengkap dalam setiap makanan seperti salad, hamburger, lalapan maupun hanya disajikan sebagai penghias hidangan, maka tak heran jika peminat selada cukup digemari sehingga memiliki peluang untuk dibudidayakan.

Dalam pembudidayaan tanaman selada tentunya penting dilakukan upaya meningkatkan produktivitas tanaman tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya perlakuan khusus guna mendapatkan hasil yang baik. Ada beberapa faktor yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman selada seperti suhu dan intensitas cahaya, selain kedua faktor tersebut dalam budidaya tanaman selada juga penting untuk menambahkan pupuk. Dimana dalam penelitian ini peneliti menggunakan MOL (Mikroorganisme Lokal) sebagai pupuk untuk memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman selada.

Larutan MOL sendiri merupakan larutan hasil fermentasi yang berbahan dasar dari berbagai sumber daya yang tersedia, baik dari tumbuhan maupun hewan. Larutan MOL mengandung unsur hara mikro dan makro dan juga mengandung bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik dalam tanah, perangsang pertumbuhan pada tanaman, dan sebagai agens pengendali hama dan penyakit tanaman (Hadi, 2019).

Dalam penelitian ini daun pepaya dijadikan sebagai bahan utama dalam pembuatan MOL, karena pada daun pepaya (*Carica papaya* L.) mengandung alkaloid karpainin, karpain, pseudokarpain, vitamin C dan E, kolin, dan karposid. Daun pepaya mengandung suatu glukosinolat yang disebut benzil isotiosianat. Daun pepaya juga mengandung mineral seperti kalium, kalsium, magnesium, tembaga, zat besi, zink, dan mangan. Selain itu, daun pepaya mengandung senyawa alkaloid karpain, karikaksantin, violaksantin, papain, saponin, flavonoid, dan tannin. Dengan banyaknya kandungan daun pepaya hal inilah yang mendorong penulis

untuk melakukan uji coba pembuatan mol dari daun pepaya yang nantinya di aplikasikan pada daun selada.

METODE

Penelitian dilakukan selama satu bulan pada lahan yang sempit, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan media tanah yang dicampur kompos. Dimana dalam hal ini terdapat 3 perlakuan yaitu 30 cc mol daun pepaya per liter air, 40 cc mol daun pepaya per liter air, 50 cc mol daun pepaya per liter air. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm) yang diukur menggunakan mistar dan Jumlah daun dengan menghitung daun yang sudah terbuka sempurna.

Untuk pembuatan mol sendiri membutuhkan alat dan bahan seperti: Daun pepaya 1000 gram, air tajin 2000 ml, gula merah 1 kg, air 2000 ml, blender, pengaduk, saringan, wadah, botol, beaker glass 1000 ml. Dimana proses pembuatannya meliputi:

1. Cairkan gula merah dengan air 2000 ml
2. Campurkan gula merah yang sudah dicairkan dengan air tajin
3. Potong daun pepaya dengan ukuran kecil
4. Campur 3 bahan tadi, lalu haluskan menggunakan blender
5. Letakkan campuran tadi ke dalam wadah tertutup
6. Tunggu 7 hari hingga tercium aroma tape.
7. Setelah tercium aroma tape aduk dan saring selanjutnya letakkan pada botol.

MOL siap digunakan

Bersamaan dengan pembuatan MOL dilakukan penyemaian terlebih dahulu pada tanaman selada selama dua minggu. Setelah dua minggu selada yang telah disemai siap untuk dipindahkan pada wadah yang lebih lebar dengan menggunakan media dari tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1. Selanjutnya MOL siap diaplikasikan. Pengaplikasian dilakukan setiap satu minggu sekali setelah masa semai. Sebelum melakukan pemberian mol pada tanaman selada siapkan alat dan bahan diantaranya: penyemprot 1 buah, botol aqua 3 buah dengan ukuran 1 liter, air 1 liter untuk setiap perlakuan, dan yang terpenting MOL daun pepaya. Berikut cara kerja yang harus diperhatikan:

1. Siapkan alat dan bahan
2. Campurkan setiap perlakuan dengan 1 liter air
3. Letakkan pada botol aqua Beri label agar tidak tertukar
4. Letakkan juga pada alat semprot untuk setiap perlakuan
5. Aplikasikan pada tanaman selada setiap 1 minggu sekali

HASIL DAN PEMBAHASAN

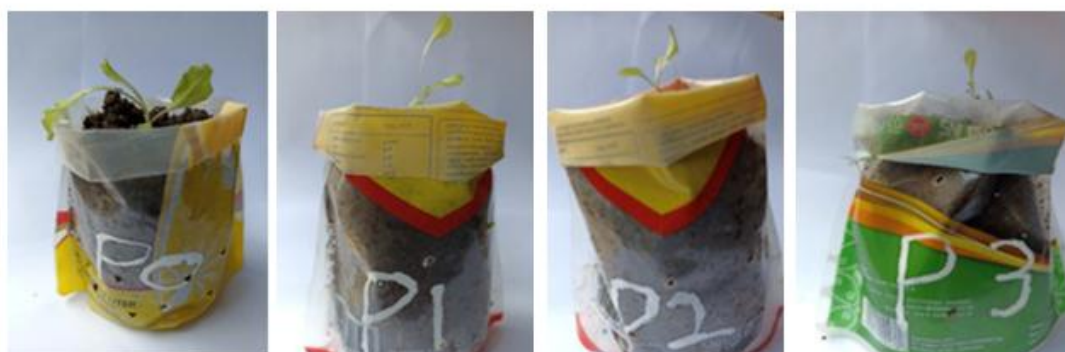
Perbedaan perlakuan mol daun pepaya yang diaplikasikan pada tanaman selada tidak mempengaruhi parameter tinggi tanaman selada dan jumlah daun pada setiap ulangan. Seperti yang terlihat pada Tabel 1, Tabel 2, Diagram 1 dan Diagram 2 menunjukkan bahwa tanaman yang diberi Mol dengan jumlah yang semakin banyak justru mengalami penghambatan pertumbuhan. hal ini dibuktikan dengan menurunnya diagram pada setiap ulangan.

Pada diagram 1 P0 atau tanaman kontrol sebelum diberi perlakuan memiliki tinggi 3 cm, pada ulangan pertama tinggi tanaman 5,5 cm dan pada ulangan kedua tinggi tanaman adalah 7,5 cm. Pada perlakuan 1 dengan pemberian MOL sebanyak 30 cc mol daun pepaya per liter air sebelum diberi perlakuan 3 cm, setelah diberi perlakuan pertama tinggi tanaman mencapai 4,5 cm, dan ketika ulangan kedua tinggi tanaman mencapai 6 cm. Pada perlakuan P2 dengan pemberian 40 cc MOL daun pepaya per liter air tinggi tanaman sebelum diberi perlakuan adalah

3 cm, setelah diberi perlakuan tinggi tanaman mencapai 3,9 cm dan pada ulangan kedua tinggi tanaman mencapai 4,8 cm. Sedangkan perlakuan terakhir yaitu pada P3 dengan pemberian 50cc MOL daun pepaya per liter air diperoleh data sebelum diberi perlakuan tinggi tanaman adalah 3 cm, setelah diberi perlakuan tinggi tanaman mencapai 3,5 cm dan setelah ulangan kedua tinggi tanaman mencapai 4 cm.

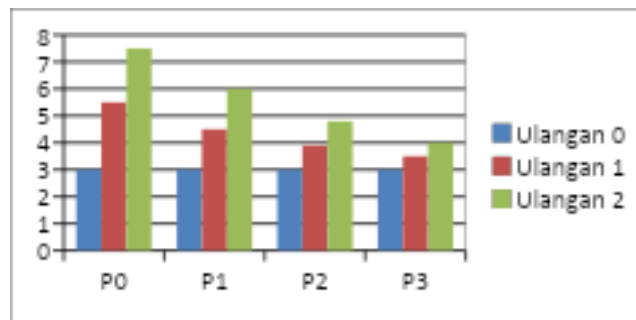
Pada diagram menunjukkan bahwa semakin banyak MOL yang diberikan maka justru akan menghambat pertumbuhan tanaman selada. Hal ini dibuktikan dengan tanaman yang diberi perlakuan MOL paling banyak memiliki batang yang kecil dan panjang sedangkan pada tanaman selada yang tidak diberi perlakuan memiliki batang yang yang besar dan segar seperti pada Gambar 1.

Dari perbedaan perlakuan mol daun pepaya yang diaplikasikan pada tanaman selada dapat kita lihat pada Tabel 2 dan Diagram 2, memberikan pengaruh yang kurang baik. Hal ini dibuktikan pada Tabel 2 dan Diagram 2, hasil analisis menunjukkan bahwa tanaman selada yang diberikan perlakuan P0 memiliki jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan P1 dan P2 dari yang sebelum diberi perlakuan dan setelah ulangan pertama dan kedua. Sedangkan pada perlakuan P3 tidak ada penambahan daun dari sebelum diberi perlakuan dan setelah ulangan pertama dan kedua.

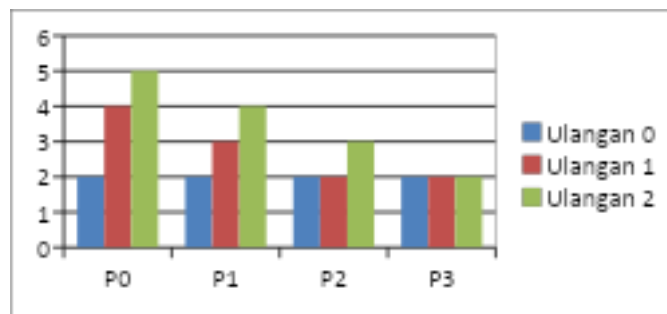


Gambar 1. Pertumbuhan Tanaman Selada Pada Perlakuan P0, P1, P2, P3

Tabel 1. Tabel Tinggi Tanaman			
Perlakuan	Ulangan		
	0	1	2
P0	3	5,5	7,5
P1	3	4,5	6
P2	3	3,9	4,8
P3	3	3,5	4



Gambar 2. Diagram Tinggi Tanaman



Gambar 3. Diagram Daun Tanaman Selada

Tabel 2. Jumlah Daun Tanaman Selada

Perlakuan	Ulangan		
	0	1	2
P0	2	4	5
P1	2	3	4
P2	2	2	3
P3	2	2	2

Tabel 3: Ringkasan Analisis Tinggi Selada Dengan Berbagai Perlakuan

Sumber Variansi	DB	JK	MK	F Hit	F Tab
Perlakuan	4	8,58375	2,145938	6,56501	19,25
Kelompok	1	3,00125	3,00125		
Galat	2	0,65375	0,326875		
Total	7	12,23875			

Tabel 4. Ringkasan Analisis Daun Selada Dengan Berbagai Perlakuan

Sumber Variansi	DB	JK	MK	F Hit	F Tab
Perlakuan	4	7,375	1,84375	9,833333	19,25
Kelompok	1	1,125	1,125		
Galat	2	0,375	0,1875		
Total	7	8,875			

Dengan melihat ringkasan analisis pada Tabel 3 dan 4 dapat diambil kesimpulan bahwa H_0 diterima karena F Hitung lebih kecil dari F Tabel. Sehingga pemberian mol daun pepaya tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman selada.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis data pengaruh pemberian MOL daun pepaya terhadap pertumbuhan tanaman selada dengan berbagai perlakuan tidak ditemukan hasil yang signifikan, sehingga pemberian MOL daun pepaya dirasa tidak efektif. Hal tersebut dibuktikan dengan semakin menurunnya kualitas selada karena pada kenyataannya batang selada terlihat lebih kecil, daunnya pun terlihat semakin pudar. Kemungkinan ketidakberhasilan dalam pembuatan mol ini diakibatkan oleh zat organik yang masih utuh karena mikroba belum memotong zat organik pada MOL tersebut menjadi kecil, sehingga tanaman tidak bisa menyerap MOL dengan baik. Hal ini dikarenakan proses fermentasi yang kurang lama. Oleh karena itu peneliti menyarankan kepada pembaca untuk melakukan proses fermentasi dalam jangka waktu yang lebih lama. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik perlu adanya penelitian ulang guna mengetahui apakah MOL daun pepaya layak untuk diaplikasikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan artikel dengan judul Pengaruh Pemberian Mol Daun Pepaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada. Dalam penulisan artikel ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan nilai semester akhir. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, cukup sulit bagi penulis untuk menyelesaikan artikel ini. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr Agus Muji Santoso, S.Pd, M.Si selaku dosen pengampu mata kuliah fisiologi tumbuhan.
2. Ibu Ida Rahmawati, S.Pd M,Sc. selaku dosen pengampu mata kuliah fisiologi tumbuhan.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam praktikum ini sehingga kritik dan saran diperlukan guna mendapatkan hasil yang lebih baik. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga artikel ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan

DAFTAR RUJUKAN

- Qurrota A'yun, & Qurrota A'yun. (n.d.). Analisis Fitokimia Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Di Balai Penelitian.
- Rio D.Damanik, E. S. (2019). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa*).
- Roni Assafaat Hadi. (2019). PEMANFAATAN MOL (MIKROORGANISME LOKAL) DARI.

NILAI – NILAI KEARIFAN LOKAL SUKU ANAK DALAM (SAD) DALAM PEMANFAATAN HEWAN DIBUKIT DUA BELAS PROVINSI JAMBI

Masrofian¹, Irma Erpiyana¹, Setya Ayu Surya Wahyuni¹

¹ Progam Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: Roviannew070@gmail.com

ABSTRACT

The Suku Anak Dalam (SAD) community maintains a strong interaction with animals due to their hunting tradition. The purpose of this study is to reveal the knowledge of animal species diversity utilized by the community for their daily lives. The research was conducted in Lantak Seribu Village, Renah Pamenang District, Merangin Regency, Jambi Province. The method involved classifying animals used as food sources and classifying the tools employed in hunting activities. The study adopted a descriptive method combined with Ethnography, which included interviews and data collection through video surveys, articles, and interviews with a descendant of the Suku Anak Dalam, using three developmental procedures: Ethnography, Narrative Research, and Research & Development (R&D). The objective of this research is to understand how the Suku Anak Dalam utilize animals and nature as Ethnozoology to extract local wisdom values regarding animal utilization efforts in Bukit Dua Belas National Park.

Key words:

Suku Anak Dalam, Ethnozoology, Animal, Dua Belas Hill

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Suku Anak Dalam (SAD) merupakan aset budaya yang berharga bagi Jambi. Dari berbagai hikayat dan penuturan lisan, asal-usul Suku Anak Dalam disebutkan berasal dari tiga keturunan yaitu keturunan dari Sumatera Selatan, umumnya tinggal di wilayah Kabupaten Batanghari, keturunan dari Minangkabau, umumnya di Kabupaten Bungo Tebo sebagian Mersam (Batanghari) dan keturunan dari Jambi Asli yaitu Kubu Air Hitam Kabupaten Sarolangun Bangko (Sarolangun-Merangin) (Handayani, 2009). Orang rimba juga memiliki cara yang beragam dalam memanfaatkan hewan di Bukit Dua Belas. Etnozoologi merupakan ilmu yang mengkaji pengetahuan lokal dan hubungan antara manusia, hewan, dan lingkungan sekitar (Anderson, dkk. 2011:83). Orang Rimba berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya selama bertahun-tahun sehingga menghasilkan kearifan lokal. Orang Rimba yang hidup secara berkelompok dengan sistem egaliter di dalam dan di luar Taman Nasional Bukit Dua Belas diketahui memanfaatkan berbagai jenis keanekaragaman hayati untuk kebutuhan hidup (Sandbukt, 1984; Prasetijo, 2001; Sager, 2008). Banyak cara menarik dan inspiratif yang dapat digali dari Suku Anak Dalam. Hal menarik dari Suku Anak Dalam yang paling menonjol adalah ketahanan tubuhnya untuk hidup di alam bebas dan memiliki kemampuan dalam pemanfaatan hewan liar sebagai sumber makanan dan kebutuhan hidup dengan cara berburu (Handayani, 2009). Diambil dari video dokumenter Anak Rimba Suku Anak Dalam pada saat berburu mereka hanya mencari buruan di bukit dua

belas dikarenakan mereka masih mempunyai kepercayaan lampau atau biasa mereka sebut dengan “Alam Bahelo” yang dimana mereka meyakini bahwa hidup dan mati maupun berburu mereka lakukan di bukit dua belas. Hewan buruan di bukit dua belas memiliki makna bagi mereka “*Bekerbau rusa, Bekambing Kijang, Beayam Burung kuaw*” yang memberikan mereka filosofi bahwa kebutuhan mereka bisa tercukupi hanya di bukit dua belas. Diambil dari review video dokumenter Net TV perburuan di dalam Suku Anak Dalam masih menggunakan alat tradisional yakni Panah, Parang, Jebakan Babi, Bubu, dan masih menggunakan getah pohon untuk menangkap ikan, tak hanya menggunakan alat tradisional Suku Anak Dalam juga menggunakan berburu dengan berkelompok kemudian hasil berburu mereka konsumsi bersama. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengetahuan lokal Suku Anak Dalam Provinsi Jambi dalam memanfaatkan hewan sebagai pemanfaatan sumber pangan serta mengetahui penggunaan alat tradisional Suku Anak Dalam Provinsi Jambi dalam berburu.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode secara Deskriptif dan *Ethnography* karena pada penelitian ini menggunakan teknik wawancara dan pengumpulan data melalui survei video, artikel serta wawancara.

Ada tiga prosedur pengembangan yang telah dilakukan yaitu:

1. *Ethnography*: Cristine Hine (2000, 2015) menyatakan bahwa etnografi virtual merupakan metodologi yang digunakan untuk menyelidiki internet dan melakukan eksplorasi terhadap entitas (users) saat menggunakan internet tersebut.
2. *Narrative research*: Menurut Webster dan Metrova, narasi (narrative) adalah suatu metode penelitian di dalam ilmu-ilmu sosial. Inti dari metode ini adalah kemampuannya untuk memahami identitas dan pandangan dunia seseorang dengan mengacu pada cerita-cerita (narasi) yang ia dengarkan ataupun tuturkan di dalam aktivitasnya sehari-hari.
3. *Study Literature*: Dalam pengertiannya tinjauan pustaka merupakan uraian tertulis yang merangkum artikel jurnal, buku, serta berbagai dokumen lain yang menjelaskan perkembangan informasi pada masa lampau hingga saat ini; mengelompokkan literatur berdasarkan topik tertentu; serta menunjukkan urgensi dilakukannya suatu penelitian yang diusulkan (creswell, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat Perburuan

Alat perburuan Suku Anak Dalam Provinsi Jambi dalam berburu masih menggunakan alat tradisional diantaranya menggunakan tombak untuk menangkap ikan, laba-laba, babi, rusa, maupun kancil kemudian menggunakan panah untuk berburu babi, kijang, rusa, burung, dan kelinci pada saat berburu ikan suku anak dalam menggunakan bubu atau perangkap ikan tradisional dengan menambah racun getah pohon untuk membuat ikan keracunan. Informasi dari Net TV Suku Anak Dalam pada saat berburu mereka sering berkelompok dan membuat jebakan babi untuk menangkap babi.



Gambar 1. Alat tradisional Suku Anak Dalam berburu ikan

Sumber : <http://www.duniaperikanan.com/2017/04/alat-penangkap-ikan-bubu.html?m=1>

Kategori Pemanfaatan Hewan

Berdasarkan pengetahuan dan praktik pemanfaatannya pada masyarakat, jenis hewan tersebut dapat dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu hewan sumber bahan pangan, hewan peliharaan untuk kesenangan, hewan untuk kegiatan adat, hewan berperan dalam mitos, hewan sebagai sumber kapur, hewan liar, hewan sebagai obat dan hewan pengganggu di Masyarakat Suku Anak Dalam.



Gambar 2. Suku Anak Dalam berburu ikan

Sumber : <https://www.boombastis.com/kisah-miris-suku-anak-dalam/267614>

Hewan Sebagai Pangan

Hewan yang digunakan untuk konsumsi didapatkan dengan cara berburu diantaranya

Tabel 1. Klasifikasi Hewan sebagai pangan

Nama Lokal	Nama Indonesia	Nama Ilmiah
Ulo	Ular	<i>Serpentes sp.</i>
Bebi	Babi	<i>Sus scrofa</i>
Labi-labi	Bulus	<i>Amyda cartilaginea</i>
Kuyah	Biawak	<i>Varanus sp.</i>
Sebodo	Kura-kura	<i>Centrochely sulcata</i>

Hewan Sebagai Mitos

Tlegu atau sigung dipercaya sebagai penangkal penyakit cacar, dan Burung Srigunting akan membawa kesialan bagi yang mengganggunya. Susah mendapatkan rezeki dan bini (istri) bagi seorang laki-laki yang mengkonsumsi kura-kura. Sedangkan kalajengking dipercaya dapat mendatangkan hujan yang sangat deras dan banjir jika membunuhnya (Jumari, 2014).

Hewan Sebagai Adat

Hewan untuk kegiatan adat adalah hewan yang digunakan untuk denda adat. Hewan tersebut antara lain ayam, kambing, dan kerbau. Hewan-hewan adat ini hanya digunakan sebagai patokan denda adat. Patokan yang dimaksud adalah apabila ada adat yang dilanggar dan dendanya merupakan salah satu dari hewan tersebut, bukan hewannya yang dibayarkan sebagai denda, akan tetapi dibayarkan seharga hewan tersebut (Jumari, 2014).

SIMPULAN

Masyarakat Suku Anak Dalam (SAD) masih mempunyai pengetahuan dalam pemanfaatan berbagai jenis hewan yang ada disekitar mereka. Dalam segi berburu mereka masih mampu menggunakan alat tradisional dan juga menggunakan kepercayaan masa lampau dalam memanfaatkan dan mengkonservasi hewan disana.

DAFTAR RUJUKAN

- Anderson, E.N., Pearsall, D., Hunn, dan Turner, N. 2011. *Etnobiology*. John Wiley & Sons, Inc: Canada.
- Creswell, John W. 2008. *Educational Research, planning, conduting, and evaluating qualitative dan quantitative approaches*. London: Sage Publications.
- Creswell, John. (2007). *Qualiitative Inquiry and Research Design*. London: Sage.
- Handayani, L.2009. Pembinaan Suku Anak Dalam (SAD) dalam Memodifikasi dan Mengkreasikan Kerajinan Tangan Anyam-anyaman Khas Suku Anak Dalam di Desa Senami Kecamatan Jebak Kelurahan Sridadi Kabupaten Batanghari. Jambi. Universitas Jambi.
- Hine, Christine. (2000). *Virtual Ethnography*. London: SAGE Publications Inc.
- <https://www.youtube.com/watch?v=gqpL3huBUWQ> Keseruan bersama suku anak dalam Bukit 12 Provinsi Jambi. Diakses pada tanggal 07 Desember 2021.
- <https://www.youtube.com/watch?v=FGb4NsIUONo> Mengikuti Suku Anak Dalam Jambi Berburu Ikan di Sungai Part 03 - Geopark Indonesia 09/05. Diakses pada tanggal 07 Desember 2021.
- <https://www.youtube.com/watch?v=GBMV0drCf3o&t=1174s> Orang Rimba "The Life of Suku Anak Dalam" (2021). Diakses pada tanggal 07 Desember 2021.
- Mutia Yuli Farida, Jumari, Fuad Muhammad. 2014. *Etnozoologi suku anak dalam (sad) kampung kebun duren desa lantak seribu kecamatan renah pamenang kabupaten merangin provinsi jambi*. Universitas Diponegoro.
- Sandbukt, Oyvind. 1984," *Kubu conceptions of reality*", Scandinavian institute of Asian Studies, Copenhagen Vol 43, 85-98

KAJIAN ETNOBOTANI DALAM RANGKAIAN UPACARA MELASTI MASYARAKAT KOMUNITAS HINDU DI DUKUH CURIK DESA BAJULAN NGANJUK

Dyah Utami Ningsih¹, Titik Ernawati¹, Fauza Fadhillah¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: dyahutaminingsih113@gmail.com

ABSTRACT

*The Melasti Ceremony is a purification ritual performed by Hindus to welcome the Nyepi Holy Day. The ceremony aims to enhance the preservation of the natural environment and to eliminate human traits that are destructive to nature. This research aims to determine the utilization of plants as a component of the Melasti ceremony sequence among the Hindu Community in Curik Hamlet. The research method employed was qualitative. Data collection techniques included observation, semi-structured interviews, and in-depth documentation with the most knowledgeable and data-rich informant, specifically the Temple Priest (Pemangku Pura), who is considered an authority on the studied issue. The results indicate that the Hindu Community utilizes surrounding flora as a sacred element within the Melasti ceremony sequence. The plant types used in the Melasti ceremony include Puspam (flowers): Ylang-ylang Flower (*Cananga odorata*), White Champaca Flower (*Magnolia alba*), Purple Ruellia (*Ruellia tuberosa* L.), Rose (*Rosa* sp.), and Jasmine (*Jasminum sambac* L.); Phalam (seeds/fruits): underground crops (*Pala Pendem*), hanging crops (*Pala Gantung*), and legumes (*Pala Wijo*), Apple, Banana, and Coconut; Patram (leaves): Young Coconut Leaves (*Janur*), Banana Leaves, and fruit tree leaves; and specific plants/trees: Banyan Tree (*Ficus benjamina*), Sugar Palm (*Arenga pinnata*), and Black Bamboo (*Gigantochloa atter*).*

Key words:

Melasti Ceremony, Ethnobotany, Sacred Plants

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2026

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Upacara menurut Komunitas Hindu merupakan suatu sistem sosial yang didapat atau diwariskan dari leluhur terdahulu, ada lima roh dalam upacara yang disebut (Panca Yadnya) dimana Panca (lima), Yadnya (Persembahan). Lima Roh tersebut yaitu; 1) Dewa Yadnya (Tuhan mempunyai magnetifitas), 2) Pitra Yadnya (Para Leluhur), 3) Rsi Yadnya (Guru), 4) Manusia Yadnya (Manusia berbagi dengan sesama manusia), 5) Bhuta Yadnya (wujud bakti yang diberikan ke alam). Lima bentuk Roh tersebut merupakan pencerminan dari Nilai Pancasila (Wartayasa, 2018).

Upacara Melasti merupakan serangkaian dari prosesi Hari Raya Nyepi. Dalam pelaksanaan upacara tersebut dilengkapi dengan upakara dan banten (sesaji). Tujuan dari serangkaian upacara/upakara ialah: memarisudha bhumi menjadikan alam semesta bersih,

selaras dan seimbang, bebas dari kebatilan, malapetaka, kekacauan sehingga umat manusia sejahtera, terbebas dari penindasan, kebodohan dan kemiskinan (Pendit, 2001: 43). Upakara terdiri atas dua kata yaitu upa yang berarti sekeliling atau sesuatu yang berhubungan dengan, dan kara artinya tangan. Jadi upakara berarti segala sesuatu yang dibuat oleh tangan, dengan lain perkataan suatu sarana persembahan yang berasal dan jerih payah bekerja (Dewi, 2020).

Upacara Melasti dilakukan setahun sekali tepatnya tiga hari sebelum hari raya Nyepi. Pembukaan acara diawali dengan tarian yang bermakna untuk memapak dewa yaitu Tari Rejang. Penarinya diharuskan anak-anak yang belum menstruasi dan berjumlah 7 orang (Cahyani, 2018). Pada upacara tersebut dilakukan pencucian terhadap sang pencipta (hubungan manusia dengan Sang Penguasa), menyucikan Parahyangan (alat-alat) berupa senjata pusaka, simbol-simbol alam semesta, pertama (Dewa Sasangasana) dan pusaka warisan para leluhur dengan air suci yang diambil dari laut, sungai dan mata air yang mengalir Letak geografis Kabupaten Nganjuk yang jauh dari sumber air terbesar seperti laut atau pantai menjadikan upacara Melasti di Kabupaten Nganjuk dilaksanakan pada mata air yang mengalir, tepatnya di Sumber Mata Air Grojogan Roro Kuning Loceret di Desa Bajulan Kabupaten Nganjuk yang merupakan sumber mata air bagi masyarakat di Desa Bajulan (Gambar 1).



Gambar 1. Kegiatan Upacara Melasti di Air Terjun Roro Kuning, Nganjuk

Sumber: <https://radarkediri.jawapos.com/politik/22/03/2020/upacara-melasti-di-nganjuk-jemaat-dibatasi-minum-jamu-sebelum-ritual>

Upacara Adat Melasti menggunakan Upakara (satuan komponen dari suatu acara) yang didalamnya terdapat Puspam (bunga), Phalam (biji/buah), Agni (api), Patram (daun), serta Toyam (air). Dari komponen tersebut nantinya akan dikemas dan ditata dengan tiga konsep yaitu; 1) Saptram (nilai kebenaran yang didasarkan pada Kitab Suci Umat Hindu), 2) Siwam (kesucian) yang didasarkan pada niat tulus dan suci (menggunakan bahan yang dianggap sah), 3) Unsur Sundaram (keindahan) bahan yang didapat ditata sesuai hukum atau etika yang sudah ada. Komponen dalam upacara tersebut memiliki makna dimana manusia membangun hubungan antara Sang Pencipta, manusia dengan manusia lainnya dan manusia sendiri dengan komponen lingkungan agar kehidupan damai dan sejahtera.

Bentuk Interaksi masyarakat dengan tumbuhan dapat dilihat dari bagaimana cara mereka memanfaatkan dan mengelola sumberdaya tumbuhan dalam kehidupan sehari-hari. Interaksi yang terbentuk secara turun temurun dari generasi ke generasi dalam jangka waktu yang lama, membentuk suatu pengetahuan lokal/tradisional yang khas yang dimiliki oleh suatu wilayah. Hal tersebut merupakan pengetahuan lokal/tradisional dan merupakan kekayaan budaya yang perlu digali agar pengetahuan tersebut tidak hilang. Pengetahuan lokal dapat dijadikan sebagai data dasar untuk pengembangan sumberdaya tumbuhan yang lebih bermanfaat dan berdaya guna. Studi etnobotani dapat memberi kontribusi yang besar dalam

proses pengenalan sumber daya alam hayati yang ada di suatu wilayah melalui kegiatan pengumpulan data pengetahuan lokal masyarakat setempat (Irsyad, 2013). Kajian etnobotani oleh Masyarakat Komunitas Hindu di Desa Bajulan pada Upacara Melasti ini perlu dilakukan untuk menunjang pelestarian dan pemanfaatannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan tumbuhan sebagai bagian dari rangkaian Upacara Melasti pada Masyarakat Komunitas Hindu di Dukuh Curik.

METODE

Penelitian dilakukan di Pura Kerta Bhuwana Giri Wilis yang berada di Dukuh Curik, Desa Bajulan, Kecamatan Loceret, Kabupaten Nganjuk, dilakukan selama bulan Desember 2021. Pengumpulan data kualitatif dilakukan secara eksploratif dengan menggunakan metode wawancara secara semi terstruktur, hal ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan serta pemanfaatannya oleh Masyarakat Komunitas Hindu di Dukuh Curik dalam Upacara Adat Melasti.

Narasumber kunci dalam penelitian ini, yaitu anggota masyarakat yang dianggap mampu memberikan informasi yang akurat dengan kriteria tokoh masyarakat, ahli, dan memiliki pengetahuan cukup baik mengenai Etnobotani untuk Upacara Adat Melasti. Masyarakat Komunitas Hindu yang memiliki kriteria tersebut yaitu seorang Pemangku Pura. Pemangku yang diwawancarai bernama Pemangku Damri. Dalam proses wawancara ada beberapa pertanyaan yang sudah disiapkan sebelumnya. Setelah didapat hasil wawancara, hasil tersebut dianalisis lalu disimpulkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tanaman yang digunakan dalam Upacara Adat Melasti Masyarakat Komunitas Hindu

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan beberapa tanaman yang dipakai dalam Upacara Adat Melasti.

Tabel 1. Kategori jenis tanaman dalam upacara Melasti

No.	Jenis Tanaman	Nama Ilmiah
1.	Puspam (bunga)	
	a. Bunga Kenanga	(<i>Cananga odorata</i>)
	b. Bunga Kantil	(<i>Magnolia alba</i>)
	c. Bunga Kencana Wungu	(<i>Ruellia tuberosa</i> L.)
	d. Bunga Mawar	(<i>Rosa sp.</i>)
	e. Bunga Melati	(<i>Jasminum sambac</i> L.)

2. Phalam (biji/buah)		
a. Pala Pendem		<i>(Manihot utilissima)</i>
Ketela/Singkong		
b. Pala Gantung		<i>(Mangifera indica)</i>
Mangga		<i>(Garcinia mangostana)</i>
Manggis		<i>(Persea americana)</i>
Alpukat		
c. Pala Wijo		<i>(Vigna sinensis L.)</i>
Kacang Panjang		<i>(Cucumis sativus L.)</i>
Mentimun		<i>(Solanum lycopersicum)</i>
Tomat		

3. Patram (daun)		
a. Janur Kelapa		<i>(Cocos nucifera L.)</i>
b. Daun Pisang		<i>(Musa Paradisiaca L.)</i>

4. Tumbuhan		
a. Pohon Beringin		<i>(Ficus benjamina)</i>
b. Pohon Aren		<i>(Arenga pinnata)</i>
c. Bambu		<i>(Gigantochloa atter)</i>
d. pohon Pisang		<i>(Musa Paradisiaca L.)</i>
e. Pohon Kelapa		<i>(Cocos nucifera L.)</i>

B. Makna Tanaman dalam Upacara Melasti

Makna Tanaman yang dipakai dalam Upacara atau Upakara Melasti dipersembahkan kepada sang pencipta, bukan hanya alat berbakti dan sarana saja. Namun, memiliki unsur bahwa manusia membangun hubungan antara Sang Pencipta, manusia dengan manusia lainnya dan manusia sendiri dengan komponen lingkungan agar kehidupan damai dan sejahtera.

C. Cara Masyarakat Komunitas Hindu Melestarikan Tanaman

Masyarakat Komunitas Hindu melestarikan tanaman dengan menanam tanaman yang diperlukan di sekitar rumah dan Pura tersebut (Gambar 2). Selain itu, masyarakat disana percaya bahwa bahan yang dipakai hanya bisa satu kali pakai agar tetap suci dan perekonomian terus berjalan, karena dengan pemakaian satu kali masyarakat

harus membeli bahan yang diperlukan jika tidak ada. Pemanfaatan tumbuhan-tumbuhan dalam upacara agama Hindu memberi amanat atau pesan untuk bertanggungjawab atas pelestarian tumbuh-tumbuhan agar upacara dapat terus berlangsung, serta bermakna sebagai wujud rasa ketundukan dan kesucian sikap terhadap Tuhan (Darma, 2012).



Gambar 2. Bunga Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*) dan Bunga Kenanga (*Cananga odorata*) yang digunakan untuk Upacara Melasti

Terdapat peraturan bahwa bunga yang dipakai pada Ritual Upacara Melasti harus memiliki warna yang indah, berbau harum, serta dianggap sah oleh masyarakat tersebut. Ada juga bunga yang tidak boleh dipakai (Gambar 3), yaitu Bunga Sedap Malam (*Polianthes tuberosa* L.), Bunga Ceplok Piring (*Gardenia Augusta*), dan Bunga Bangkai (*Amorphophallus titanum* Becc.) merupakan tanaman dengan perbungaan terbesar di dunia yang termasuk tumbuhan langka Indonesia (Poerba & Yuzammi, 2018). Selain itu bunga tersebut juga berbau menyengat dan bentuknya terlalu besar. Ada juga bunga yang tidak boleh dipakai yang berasal dari kuburan dan bunga yang rontok atau jatuh ke tanah karena dianggap tidak indah lagi sebab sudah layu.



Gambar 3. Bunga Sedap Malam (*Polianthes tuberosa*) bunga yang tidak boleh dipakai dalam Upacara Melasti

Sumber : <https://carabudidaya.co.id/cara-menanam-bunga-sedap-malam/>

SIMPULAN

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan oleh penulis, Masyarakat Komunitas Hindu di Dukuh Curik dalam rangkaian Upacara Adat Melasti selalu menggunakan berbagai jenis tumbuhan seperti Puspam (bunga), Phalam (biji/buah), dan Patram (daun). Untuk tetap melestarikan tumbuhan yang digunakan dalam Upacara Melasti, Masyarakat Komunitas Hindu di Dukuh Curik melakukan penanaman tumbuh-tumbuhan seperti Bunga Kenanga (*Cananga*

odorata), Pisang (*Musa paradisiaca*), Beringin (*Ficus benjamina*) yang ditemukan di sekitar Pura dan depan rumah masyarakat. Masyarakat disana juga percaya bahwa dengan menjaga dan merawat komponen lingkungan yang ada, akan membuat kehidupan masyarakat sejahtera dan harmonis karena kebutuhan akan bahan yang digunakan sebagian besar berasal dari alam sekitar.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustin, A., Maghviroh, E., Utomo, A. P., & Eurika, N. (n.d.). Upacara Pernikahan Oleh Suku-Suku Di Ethnobotany of Plants Used in Ceremonies Marriage by Tribes in Indonesia. 1–20.
- Cahyani, N. (2018). Tradisi Upacara Melasti Di Waduk Siman Kecamatan Kepung Kabupaten Kediri. *Artikel Skripsi Universitas Nusantara PGRI Kediri*, 1-9.
- Darma, I. D. P. (2012). Upacara Agama Hindhu di Bali Dalam Perspektif Pendidikan Konservasi Tumbuhan (Suatu Kajian Pustaka). dalam *Jurnal Udayana Mengabdi*, 7(1).
- Dewi, K. T. (2020). Upacara & Upakara Hindu: Peranan Tour Guide Dalam Pengembangan Pariwisata Spiritual Di Bali. *CULTOURE: Culture Tourism and Religion*. Retrieved from <http://jurnal.stahnmpukuturan.ac.id/index.php/cultoure/article/view/571>
- Idayat, S. O. H., Ikmat, A. G. U. S. H., Rvzal, D. A. N. E., Sarjana, P., Konservasi, D., Hutan, S., & Kehutanan, F. (2009). Kajian Etnobotani Masyarakat Kampung Adat Dukuh Kabupaten Garut, Jawa Barat. *Media Konservasi*, 15(3), 139–151. <https://doi.org/10.29244/medkon.15.3.%p>
- Irsyad, M. N., Jumari, & Murningsih. (2013). Studi Etnobotani Masyarakat Desa Sukolilo Kawasan Pegunungan Kendeng Pati Jawa Tengah. *Bioma Issn: 1410-8801 Vol. 15, No. 1*, 27-34.
- Nugroho, A. (2020, Maret 22). *Upacara Melasti di Nganjuk: Jemaat Dibatasi, Minum Jamu sebelum Ritual*. Diakses pada tanggal 27 Desember 2021 melalui <https://radarkediri.jawapos.com/politik/22/03/2020/upacara-melasti-di-nganjuk-jemaat-dibatasi-minum-jamu-sebelum-ritual>
- Pendit, N. S. (2001). Nyepi: kebangkitan, toleransi, dan kerukunan. Gramedia Pustaka Utama.
- Poerba, Y. S., & Yuzammi. (2018). Pendugaan Keragaman Genetik *Amorphophallus Titanum* Becc. Berdasarkan Marka Random Amplified Polymorphic Dna. *Biodiversitas* Vol. 9, No. 2, 103-107.
- Sada, M., & Jumari, J. (2018). Etnobotani Tumbuhan Upacara Adat Etnis Ngadha di Kecamatan Jerebu'u Kabupaten Ngada, Propinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 1(2), 19–21. <https://doi.org/10.32938/slk.v1i2.503>
- Sari, A. A., & Hariyati, Y. (2020). Pemanfaatan Etnobotani Masyarakat Tengger Untuk Obat Herbal dan Upacara Adat. *Agriekonomika*, 9(2), 215–230.
- Tani, B. (2021, November 16). *Cara Menanam Bunga Sedap Malam yang Baik Secara Lengkap*. Diakses pada tanggal 27 Desember 2021, melalui <https://carabudidaya.co.id/cara-menanam-bunga-sedap-malam/>
- Wartayasa, I. K. (2018). Pelaksanaan Upacara Yadnya Sebagai Implementasi Peningkatan dan Pengamalan Nilai Ajaran Agama Hindu. *Kamaya: Jurnal Ilmu Agama*, 1(3), 186-199.

Pengaruh Penggunaan Pot Batang Pisang sebagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir*)

Dewi Rossyllia Wati¹, Dila Elpin Setiani¹, Mirta Aliya Shiva'un Nabila¹, Mukhammad Annafinurika¹, Putri Eka Wahyu Setyana¹

¹ Program studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: dewirossylliawati2624@gmail.com

ABSTRACT

Banana pseudo-stem is a part of the banana plant that has not been optimally utilized. Utilizing the banana pseudo-stem as a pot for planting media can be an alternative solution when planting space is diminishing due to expanding residential areas. Pots made from banana pseudo-stems are environmentally friendly and possess high water content, making them suitable for areas frequently experiencing water scarcity. This research aims to determine the effect of using banana pseudo-stem pots as a planting medium on the growth of upland water spinach (*Ipomoea reptans Poir*). The research method employed was a Randomized Block Design (RBD) with three treatments: A = banana pseudo-stem only as a pot, B = soil + rice husk mixture with a banana pseudo-stem as a pot, and C = soil only with a banana pseudo-stem as a pot. The results showed that the treatment using soil and the banana pseudo-stem as a pot (Treatment C) exhibited faster and better growth compared to the other treatments.

Key words:

Banana Stem, Planting media, Growth of land spinach.

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2015

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia yang diikuti dengan perkembangan pemukiman di daerah perkotaan, menyebabkan berkurangnya lahan pertanian. Upaya yang dilakukan dalam mengoptimalkan penggunaan lahan adalah dengan menggunakan pot dan media tanam dari batang pisang sebagai pengganti polybag dan tanah. Batang pisang merupakan limbah pertanian yang belum banyak dimanfaatkan. Batang pisang mengandung kadar air yang cukup tinggi sekitar (96%), sehingga diharapkan dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kangkung. Batang pisang tersedia dalam jumlah melimpah, hasil produksi buah pisang di Indonesia sampai dengan tahun 2009 sebesar 512,27 ton ha⁻¹ (Purba 2004).

Salah satu jenis tanaman yang dapat dibudidayakan dengan menggunakan batang pisang adalah kangkung darat atau *Ipomoea reptans Poir*. Kangkung merupakan salah satu tanaman yang mudah ditanam, berumur pendek dan relatif tahan hama. Oleh karena itu dipilih tanaman tersebut untuk penelitian pengaruh penggunaan pot batang pisang sebagai media tanam terhadap pertumbuhan. Dan mengapa kita menggunakan batang pisang, karena dalam batang pisang mengandung unsur hara yang baik untuk tanaman dan cukup banyak mengandung

air sehingga dapat mengurangi proses penyiraman, selain itu menggunakan media batang pisang juga bisa digunakan sebagai pupuk organik.

Salah satu syarat keberhasilan dalam budidaya tanaman kangkung pada pot batang pisang adalah media tanamnya. Namun, sampai saat ini belum diketahui media tanam yang sesuai untuk pertumbuhan kangkung darat pada batang pisang. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terhadap penggunaan media tanam yang berbeda untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman kangkung darat.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Jamban Kecamatan Kras Kabupaten Kediri, pada tanggal 29 November 2021 sampai dengan tanggal 19 Desember 2021. Pembuatan pot batang pisang sebagai media tanam dilakukan dengan melubangi bagian tengah batang pisang, jarak lubang satu dengan lubang yang lain 30 cm. kedalaman lubang 8 cm, cara melubanginya dengan menggunakan pisau. Lubang diisi dengan tanah sekam, tanah. Kemudian lubangnya diisi dengan biji kangkung darat, selama pertumbuhan tidak dilakukan penyiraman karena kandungan air pada batang pisang melimpah. Rancangan yang digunakan adalah RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 3 perlakuan yaitu A= batang pisang sebagai pot, B= tanah dan sekam dengan batang pisang sebagai pot, C= tanah dengan batang pisang sebagai pot dan diulang sebanyak 5 kali. Pengamatan meliputi pertumbuhan tinggi tanaman dan perkembangan lebar jumlah daun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tinggi Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir*)

Pemanfaatan batang pisang sebagai pot berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman mulai dari tinggi dan jumlah lebar daun tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans Poir*) pada umur 4, 8, 12, 16, dan 20 hari.

Perlakuan batang pisang sebagai pot dengan tanah menghasilkan tanaman yang tertinggi karena dapat menjaga kelembaban tanah sehingga tanaman (*Ipomoea reptans Poir*) dapat tumbuh dengan baik. Air yang dihasilkan oleh batang pisang diserap oleh tanah sehingga kadar kelembaban terjaga. Pertumbuhan tanaman berbanding lurus dengan ketersediaan air. Pertumbuhan akan terbatas pada keadaan air yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi. Hal ini mungkin disebabkan karena bila air terlalu tinggi, konsentrasi oksigen dan tata udara tanah menjadi jelek, sedangkan bila ketersediaan air terlalu rendah, maka tanaman selain tidak dapat mengabsorpsi unsur hara juga dapat menyebabkan stress karena tidak dapat menjalankan fotosintesis dengan baik (Mangel dan Kirkby, 1987).

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman *ipomoea reptans poir* pada umur 4, 8, 12, 16, 20 hst setelah mendapatkan pengaruh penggunaan pot batang pisang sebagai media tanam.

perlakuan	ulangan					total	rata-rata
	1	2	3	4	5		
A (batang pisang)	0	3,5	5	5,5	6	20	4
B (pot batang pisang, tanah&sekam)	0,5	4,5	5	5	5,5	20.5	4.1
C (pot batang pisang dan tanah)	2	5	6,5	7	7	27.5	5.5

Tabel 2. Rata-rata jumlah daun tanaman Ipomoea reptans Poir pada umur 4, 8, 12, 16, 20 hst setelah mendapatkan pengaruh penggunaan pot batang pisang sebagai media tanam.

perlakuan	ulangan					Total	rata-rata
	1	2	3	4	5		
A	0	2	4	4	4	14	2.8
B	0	4	4	4	4	16	3.2
C	1	5	5	5	5	21	4.2
total	1	11	14	14	14	54	

Perlakuan batang pisang sebagai pot dengan tanah menghasilkan tanaman yang memiliki jumlah daun paling banyak, karena bertambahnya jumlah daun sejalan dengan bertambahnya tinggi tanaman. Gardner et al., (2008), menyebutkan bahwa semakin bertambahnya panjang batang tanaman maka semakin banyak terdapat ruas-ruas batang yang merupakan tempat melekatnya daun. Pertumbuhan jumlah daun pada tanaman dipengaruhi oleh unsur N. Unsur N berperan sebagai penyusun klorofil, protein, pembentukan koenzim dan asam nukleat.



Gambar 1. Pertumbuhan Kangkung Darat

SIMPULAN

Pada percobaan pemanfaatan pot batang pisang sebagai media tanam untuk tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans Poir*) dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman terbaik adalah pada perlakuan C yaitu dengan menggunakan media tanah dengan batang pisang sebagai pot.

Ketika melakukan percobaan pengaruh penggunaan pot batang pisang sebagai media tanam untuk pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans Poir*) disarankan di tempat yang terbuka yang terkena cahaya matahari langsung. Namun, hindari terkena air yang berlebihan karena bisa membuat tanaman menjadi layu dan membusuk. Selain itu, penggunaan pot batang pisang sangat cocok digunakan di tempat yang padat penduduk karena tidak menghabiskan banyak ruang.

DAFTAR RUJUKAN

- Adam Smith Bago (2021). *PENGARUH MEDIA TANAM GEDEBOG PISANG TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI PAHIT (BRASSICA JUNCEA. L.)*. *JURNAL EDUCATION AND DEVELOPMENT*, [online] 9(1), pp.508–508. Available at: <http://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/2410> [Accessed 8 Jan. 2022].
- Karnilawati Karnilawati, Mawardiana Mawardiana, Nur Asmayani. *PEMANFAATAN BATANG PISANG SEMU SEBAGAI POT DAN MEDIA TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN SAWI (Brassica juncea L.)*. *Prosiding Biotik*. 2018;6(1). Accessed January 8, 2022. <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/PBiotik/article/view/4311/2848>
- Pandia, E.S., Saipul Saipul, Rahmani Fitri and Sri Sundari (2017). *PEMENFAATAN LIMBAH BATANG PISANG SEBAGAI MEDIA TANAM DI DESA PEUNARON LAMA KECAMATAN PEUNARON KABUPATEN ACEH TIMUR*. *Jurnal Jeumpa*, [online] 4(1), pp.30–35. Available at: <https://ejurnalunsam.id/index.php/jeumpa/article/view/621> [Accessed 8 Jan. 2022].
- Sufardi Sufardi. *PERTUMBUHAN TANAMAN*. ResearchGate. Published May 21, 2020. Accessed January 8, 2022. https://www.researchgate.net/publication/341540066_PERTUMBUHAN_TANAMAN

ETNOBOTANI DALAM TRADISI 'SIRAMAN' BULAN SURO DI AIR TERJUN SEDUDO DESA NGLIMAN KABUPATEN NGANJUK

Adelia Widiyanti¹, Monicha Shinta Mahardika¹, dan Silvi Fitria Kumalasari¹

¹ Program studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: adeliawidiyanti01@gmail.com

ABSTRACT

*The Siraman Sedudo Ceremony represents a form of cultural and traditional acculturation of the Nganjuk community, believed to invoke blessings and safety. The ceremony is traditionally held in the middle of the Suro month. Therefore, this research was conducted to identify the types of plants utilized in the Siraman Sedudo ritual, the meaning of these plants, and the degree of their usage. This study employed a qualitative method, with the Village Caretaker (Juru Kunci) of Ngaliman serving as the research subject. Data collection techniques included observation, structured, and in-depth interviews concerning the Siraman Sedudo ritual, along with documentation. The utilized plants are grouped into two categories based on their function: special plants and offering plants (sesajen). The special plant group consists of the Ylang-Ylang Flower (*Cananga odorata* (Lamk.) Hook.), which symbolically signifies a greeting for the community's safety, ensuring the well-being of the Nganjuk people. Four types of plants were found to be used as offerings in the Siraman Sedudo ritual: White Rose (*Rosa alba*), Jasmine (*Jasminum sambac*), White Champaca (*Michelia alba*), and Fragrant Pandan (*Pandanus amaryllifolius*).*

Key words:

Siraman Sedudo Ceremony, Ritual Plants, Ethnobotany

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki karakteristik yang unik, selain memiliki kekayaan alam yang melimpah, Indonesia juga memiliki beragam kelompok etnis dengan kebudayaan yang berbeda (Walujo *dkk*, 1991). Salah satu sumberdaya alam yang dimanfaatkan oleh masyarakat adat yaitu tumbuhan (Marwina, 2018). Pemanfaatan tumbuhan dalam ritual adat biasanya dilakukan oleh suku atau etnis tertentu pada suatu daerah yang masih memegang adat istiadat dari leluhur mereka. Ritual 'Siraman' Air Terjun Sedudo telah dibudidayakan oleh masyarakat Desa Ngliman sebagai ungkapan terimakasih kepada leluhur atas keberkahan yang diterima sampai saat ini.

Air Terjun Sedudo terletak di Desa Ngliman, Kecamatan Sawahan, Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur. Lokasinya sekitar 30 km arah selatan Kabupaten Nganjuk. Air Terjun tersebut berada di lereng Gunung Wilis Kabupaten Nganjuk, tepatnya berada di ketinggian 1.438 meter dpl, ketinggian sekitar 105 meter (Fatoni, 2021). Sebagian masyarakat Kabupaten Nganjuk percaya, Air Terjun tersebut memiliki kekuatan supranatural yang kemudian diceritakan ulang dari generasi ke generasi. Cerita bermula dari Kerajaan Majapahit yang beranggapan kalau tempat tersebut merupakan tempat air suci. Karenanya, tempat tersebut seringkali digunakan untuk

memandikan barang suci dari kerajaan. Setiap tanggal 15 Sura (Tahun Baru Jawa), Air Terjun Sedudo menjadi tempat ritual mandi bersama yang dihadiri oleh pejabat dan pemerintahan Kota Nganjuk.

Siraman dapat diartikan “guyuran” atau “curahan”, sebagai tindakan pasif karena yang melakukan tindakan bukan dirinya sendiri melainkan orang lain yang menyiramnya dengan air (Pahlevi *dkk*, 2016). Berdasarkan observasi ketika ritual berlangsung sesepuh yang memimpin ritual akan membawa kendi dari tanah liat untuk mengambil air di bawah derasny guyuran Air Terjun untuk diminum oleh tamu undangan, di belakangnya berderet beberapa sesepuh lain yang membawa sesaji, disusul beberapa penari dan yang paling belakang beberapa perjaka dan gadis perawan yang cantik. Setibanya di kolam Air Terjun Sedudo, tarian tradisional pun segera dipentaskan. Eloknya iring-iringan para penari menjadikan nampak megah dan sakralnya ritual ‘Siraman’ Air Terjun Sedudo. Masyarakat sekitar mempercayai bahwa Air Terjun Sedudo tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendapatkan berkah keselamatan dan awet muda.

Kehidupan masyarakat dahulu hingga kini tak pernah lepas dari kegiatan ritual atau upacara keagamaan yang diwariskan nenek moyang. Berbagai upacara ritual yang diyakini masyarakat memerlukan bagian-bagian tanaman yang digunakan sebagai penunjang kegiatannya. Kepercayaan yang masih melekat pada masyarakat menjadikan. Oleh sebab itu, tumbuhan merupakan komponen penting dalam setiap kegiatan ritual atau upacara bagi masyarakat (Putri *dkk*, 2013).

Setiap daerah memiliki berbagai macam acara atau ritual dalam kebudayaan mereka masing-masing (Rahyuni *dkk*, 2013), tak terkecuali ritual ‘Siraman’ Air Terjun Sedudo di Desa Ngliman. Tumbuhan dimanfaatkan sebagai alat, bahan atau media ritual. Menganalisis pemanfaatan ini perlu adanya kajian etnobotani. Etnobotani adalah bagian dari etnoekologi yang berfokus pada tumbuhan (Martin, 1995). Definisi etnobotani menurut Soekarman dan Riswan (1992), etnobotani adalah ilmu yang mempelajari hubungan langsung manusia dengan tumbuhan dalam kegiatan pemanfaatannya secara tradisional. Oleh karena itu penelitian tentang jenis-jenis tanaman yang digunakan pada ritual ‘Siraman’ Air Terjun Sedudo perlu dilakukan.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kualitatif, dengan menghasilkan dan mengelola data yang bersifat deskriptif seperti transkrip wawancara dan observasi dengan tujuan untuk menggambarkan dan menjelaskan secara rinci mengenai hasil yang diperoleh di lapangan. [1] Melakukan observasi ke Air Terjun Sedudo [2] Penentuan sampel penelitian dengan teknik purposive sampling dan pertimbangan tertentu [3] Melakukan wawancara kepada juru kunci Desa Ngliman kecamatan sawahan kabupaten Nganjuk [4] Hasil Observasi dan wawancara kemudian dikelola.

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Ngaliman. Waktu penelitian dilaksanakan selama bulan Desember tahun 2021. Pengambilan data diperoleh melalui wawancara kepada juru kunci Desa Ngaliman Kec. Sawahan Kab. Nganjuk. Sumber data utama dalam penelitian ini adalah hasil observasi selama pelaksanaan, hasil wawancara dengan narasumber, data tambahan berupa dokumentasi foto dan video, kemudian merujuk pada studi pustaka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan wawancara terhadap juru kunci Desa Ngliman, Kecamatan Sawahan, Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur bahwa tumbuhan yang digunakan dalam ritual siraman Air Terjun Sedudo terdapat 2 kelompok, yaitu tumbuhan khusus dan tumbuhan sesaji. Tumbuhan

husus merupakan tumbuhan yang wajib ada pada upacara siraman. Sedangkan tumbuhan sesaji merupakan tumbuhan-tumbuhan digunakan untuk sesajian.

Tumbuhan khusus merupakan tumbuhan yang wajib ada pada upacara siraman, Tumbuhan khusus itu adalah bunga Kenanga (*Cananga odorata (Lamk.) Hook.*). Tumbuhan ini wajib ada dalam prosesi Siraman, adanya tumbuhan ini dimaksudkan sebagai simbol salam untuk keamanan masyarakat supaya masyarakat nganjuk selamat.

Tumbuhan sesaji merupakan tumbuh-tumbuhan digunakan untuk sesajen dalam ritual siraman Air Terjun Sedudo antara lain: mawar putih (*Rosa alba*), melati (*Jasminum sambac*), kantil (*Michelia alba*), dan pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*). Berbagai jenis tumbuhan sesajen tersebut merupakan tumbuhan yang tumbuh pada kawasan Air Terjun sedudo. Keberadaan berbagai jenis tumbuhan ritual tidak melalui proses yang selektif, karena pihak kepala desa bersama ketua adat telah menyediakan sekaligus menentukan banyaknya jumlah tanaman yang digunakan dalam ritual siraman Air Terjun Sedudo dan tumbuhan yang digunakan dalam ritual tersebut merupakan tumbuhan yang masih segar dan baru dipetik.

Kepercayaan masyarakat terhadap makna simbol dalam siraman Air Terjun Sedudo memiliki arti atau makna yang dapat diambil hikmah dan pelajaran guna keberlangsungan kehidupan masyarakat di desa Ngliman khususnya.

Keunikan pada tradisi Siraman Air Terjun Sedudo adalah tidak memperbolehkan menggunakan bunga mawar merah dalam ritual siraman Air Terjun Sedudo, hal ini dikarenakan arti dari bunga mawar merah itu sendiri adalah simbol dari wanita sedangkan arti sedudo adalah seorang duda yang tidak menikah. Artinya, dalam ritual Siraman Air Terjun Sedudo bunga mawar merah tidak boleh digunakan. Adanya pantangan tersebut alternatif yang digunakan adalah menggunakan bunga Mawar Putih (*Rosa alba*) yang memiliki makna kedamaian dalam kehidupan bersosial.

Tabel 1. Bagian tumbuhan yang digunakan dalam ritual beserta maknanya

No	Nama Tumbuhan	Nama Ilmiah	Bagian yang digunakan	Makna
1.	Mawar Putih	<i>Rosa alba</i>	Bunga	kedamaian dalam kehidupan bersosial
2.	Melati	<i>Jasminum sambac</i>	Bunga	dalam setiap keputusan yang diambil manusia diharapkan selalu mengedepankan hati.
3.	Kantil	<i>Michelia alba</i>	Bunga	kepercayaan yang mendalam kepada Tuhan Yang Maha Esa
4.	Pandan Wangi	<i>Pandanus amaryllifolius</i>	Daun	Menghayati peranan bagi manusia atau sebaliknya

Setiap kegiatan ritual atau upacara Siraman selalu memanfaatkan tumbuhan, maka kegiatan konservasi perlu terus dilakukan untuk menghindarkan tumbuhan dari risiko kepunahan (Engels, 2001) serta berkontribusi terhadap konservasi biodiversitas pada tingkat ekosistem,

spesies, dan genetik (Putra *dkk*, 2013). Bentuk upaya pelestarian tumbuhan ritual yang digunakan dalam ritual siraman Air Terjun Sedudo perlu dikaji hubungan masyarakat dan tumbuhan-tumbuhan ritual yang ada di desa Ngliman. Usaha-usaha pelestarian yang telah dilakukan oleh masyarakat diantaranya, sebagian besar masyarakat membudidayakan tumbuhan ritual. Tumbuhan mawar, kenanga, kantil, dan melati, yang di tanam pada sekitar rumah-rumah dan ladang, sebagai salah satu usaha yang bisa dilakukan oleh sebagian besar masyarakat di desa Ngliman.

SIMPULAN

Ritual 'Siraman' Air Terjun Sedudo merupakan tradisi turun temurun dari zaman Kerajaan Majapahit, dalam acara ritual tersebut diperlukan empat jenis tumbuhan bunga diantaranya Mawar putih (*Rosa alba*), Melati (*Jasminum sambac*), Kantil (*Michelia alba*), dan Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius*). Penggunaan tumbuhan pada ritual siraman Sedudo merupakan simbol salam yang dipercaya untuk keselamatan masyarakat Kabupaten Nganjuk..

DAFTAR RUJUKAN

- Engels J. 2001. Home gardens and agrobiodiversity: An overview across region. Dalam: Watson, J. W. & P. B. Eyzaguirre (eds). 2001. Proceedings of the Second International Home Gardens Workshop, 17—19 July 2001, Witzenhausen: 184 hlm.
- Fatoni I. 2021. Air Terjun Sedudo Nganjuk Jatim Dipercaya Bisa Bikin Awet Muda. <https://reportasee.com/air-terjun-Sedudo-Nganjuk-jatim-dipercaya-bisa-bikin-awet-muda/> (diakses pada tanggal 20 Desember 2021)
- Martin G.J. 1995. Ethnobotany. A 'People and plants' conservation manual. World Wide Fund for Nature. London: Chapman & Hall.
- Marwina R. 2018. Kajian Etnobotani Dalam Ritual Adat Di Kampung Adat Dukuh Kabupaten Garut.
- Pahlevi M. I., Nurmilawati, M., & Santoso, A. M. 2016. Kajian Etnobotani Ritual Siraman Air Terjun Sedudo Kabupaten Nganjuk. 130–134.
- Pramita N. H. Seranifah, I. Luchman, H. 2013. Etnobotani Upacara Kasada Masyarakat Tengger, di Desa Ngadas, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang. *Journal of Indonesian Tourism and Development Studies*.1 (2) : 52-61
- Pristi N. A. 2015. Etnobotani Dalam Upacara Adat Masyarakat Suku Naga, DesaNeglasari, Kecamatan Salawu, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat.
- Putri J., Supriatna, Walujo, EB. 2013. Etnobotani Tumbuhan Penunjang Ritual/Adat Di Pulau Serangan, Bali.
- Rahyuni E. Yniati, R. Pitopang. 2013. Kajian Etnobotani Tumbuhan Suku Tajio Di Desa Kasimbar Kabupaten Parigi Moutong. *Online Jurnal of Nature Science*, Vol 2 (2): 46-54.
- Soekarman & Riswan, S. 1992. Status Pengetahuan Etnobotani di Indonesia. Di dalam: Prosiding seminar dan Lokakarya Nasional Etnobotani. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Departemen Pertanian dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Walujo E. B., Soedjito, H., Widjaja, E. A., & Rifai, M. A., 1991. Penguasaan Etnoekologi Secuplikan Masyarakat Etnis di Indonesia. Makalah Utama pada KIPNAS V. LIPI 1991.

Pengembangan Media Pembelajaran Praktikum Berbasis Video Pada Materi Sistem Respirasi Kelas XI SMA Negeri 6 Kota Kediri

Irma Setiawan Kusuma¹, Dwi Ari Budiretnani¹ dan Tutut Indah Sulistiyowati¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: irmasetiawan464@gmail.com

ABSTRACT

Biology is a discipline that develops through systematic processes of observation, problem formulation, hypothesis construction, experimentation, and concept discovery. This study aims to examine strategies for enhancing student motivation through video-based practical learning media. A literature review and observational approach were employed to analyze the effectiveness of video-supported biology practicum activities in online learning settings. The findings indicate that video-based practicum media improve students' conceptual understanding and increase their motivation to engage in learning during remote instruction. These results highlight the potential of instructional videos as an alternative medium to support practical learning when direct laboratory access is limited.

Key words:

learning media, video, biology practicum.

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Kehidupan manusia terus mengalami perkembangan dalam berbagai bidang (Muhson, 2017). Salah satunya perkembangan pada bidang pendidikan (Budiman, 2017). Dengan pendidikan yang lebih tinggi diharapkan akan menghasilkan manusia yang berkualitas (Rohman & Lusiyan, 2017).

Pembelajaran dalam pendidikan membutuhkan perantara yaitu media pembelajaran (Muhson, 2017). Biologi adalah salah satu bidang IPA yang lahir dan berkembang melalui langkah – langkah observasi, perumusan masalah, pembuatan hipotesis berdasarkan eksperimen, penarikan kesimpulan, dan penemuan konsep dan teori (Primarinda, Maridi, & Marjono, 2012). Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa siswa masih belum memahami secara maksimal tentang materinya. Di masa pandemi seperti saat ini juga tidak bisa melakukan kegiatan praktikum di dalam laboratorium karena diharuskan melakukan kegiatan pembelajaran secara daring (*online*). Dan juga kurangnya minat siswa dalam pelajaran biologi, dengan banyaknya teori sehingga membuat siswa merasa bosan.

Kendala-kendala yang dihadapi guru diharapkan dapat diatasi dengan menggunakan media pembelajaran. Media pembelajaran adalah alat bantu yang digunakan untuk guru dalam berkomunikasi dengan siswa. Dapat juga sebagai alat untuk memperjelas materi yang disampaikan, sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih baik.

Media pembelajaran yang digunakan untuk pelaksanaan praktikum di atas adalah media pembelajaran praktikum berbasis video. Konten yang termuat dalam video, yaitu menjelaskan

kegiatan percobaan yang dilengkapi dengan penggabungan suara, gambar bergerak, dan musik. Sehingga siswa dapat termotivasi untuk lebih senang belajar biologi dan sangat membantu guru dalam hal efisiensi waktu serta dapat membantu siswa untuk belajar mandiri dan dapat memacu siswa untuk memahami konsep biologi. Oleh karena itu, diperlukan suatu pengembangan media pembelajaran yaitu video dalam pelaksanaan praktikum.

METODE

Metode penelitian yang dilakukan adalah studi pustaka dan observasi yang dilakukan pada bulan November 2021 di SMA Negeri 6 Kota Kediri. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA 1, XI IPA 2, dan XI IPA 3. Teknik pengambilan data dilakukan dengan wawancara kepada masing-masing subjek.

Metode studi pustaka merupakan kajian kritis atas pembahasan suatu topik yang telah ditulis oleh para peneliti di dalam berbagai sumber. Sumber informasi dapat berupa buku, jurnal, ataupun artikel ilmiah lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut A. A Nugroho, R.W.Y (2017) mengatakan bahwa proses belajar mengajar biasanya berlangsung secara tatap muka di dalam kelas dengan dihadiri guru dan siswa. Namun, pada masa pandemi ini, guru dipaksa untuk melakukan kegiatan pembelajaran virtual atau pembelajaran daring. Menurut W. Saputra, *et all* (2015) mengatakan bahwa pada sistem pembelajaran yang lebih inovatif, pengajar akan selalu dituntut untuk kreatif, inovatif dalam mencari terobosan pembelajaran, mampu menggabungkan antara teks, gambar, video, animasi gambar atau video dalam satu kesatuan yang saling mendukung guna tercapainya tujuan pembelajaran yang mampu menimbulkan rasa senang selama proses belajar mengajar berlangsung.

Alasan menggunakan media pembelajaran berbasis video saat pandemi karena media pembelajaran berbasis video ini memberikan beberapa kelebihan sebagai berikut :

1. Menjelaskan keadaan nyata dari proses, fenomena, atau kejadian;
2. Sebagai bagian terintegrasi dengan media lain seperti teks atau gambar, video dapat memperkaya penyajian/penjelasan;
3. Pengguna dapat melakukan pengulangan pada bagian-bagian tertentu untuk melihat gambaran yang lebih fokus;
4. Sangat cocok untuk mengajarkan materi dalam ranah perilaku atau psikomotor;
5. Kombinasi video dan audio dapat lebih efektif dan lebih cepat menyampaikan dibandingkan teks;
6. Menunjukkan dengan jelas satu langkah prosedural

Dengan adanya pandemi ini, kegiatan praktikum di laboratorium tidak dilakukan. Hal ini dapat dilaksanakan dengan menyajikan media praktikum berbasis video. Video praktikum adalah salah satu alternatif pembelajaran elektronik yang dapat memuat wawasan dan pengetahuan mengenai materi pelajaran (Saptariana, 2013). Dengan menggunakan video praktikum yang dilengkapi dengan pengenalan alat-alat praktikum dan dilengkapi pula dengan simulasi praktikum, membawa peserta didik lebih mudah belajar tidak hanya di sekolah namun juga dapat dilaksanakan di rumah (Kustiani, M., dkk. 2012). Dengan adanya video pembelajaran praktikum biologi siswa dapat termotivasi untuk lebih senang belajar biologi dan sangat membantu guru dalam hal efisiensi waktu dalam melakukan kegiatan praktikum.

Hasil wawancara yang telah dilakukan kepada siswa kelas XI IPA 1, XI IPA 2, dan XI IPA 3 adalah sebagai berikut :

Minat Belajar Siswa



Gambar 1. Diagram rata-rata minat belajar siswa

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bahwa siswa lebih suka belajar menggunakan video karena di masa pandei ini pembelajaran daring sangat diperlukan dan dapat membantu siswa belajar di rumah. Siswa juga suka melakukan kegiatan belajar praktek secara langsung karena dengan praktek langsung siswa lebih mengetahui keadaan nyata atau keadaan lapangan dan dapat belajar langsung melalui pengalaman praktek. Akan tetapi, di masa pandemi ini kegiatan praktek secara langsung jarang dilaksanakan. Siswa yang menyukai metode belajar dengan cara ceramah sangat sedikit karena membuat siswa merasa bosan dan minat belajarnya akan semakin menurun, meskipun ada juga yang senang dengan metode ceramah ini karena senang dengan cara penjelasan guru mereka.

SIMPULAN

Media pembelajaran praktikum berbasis video merupakan suatu alternatif dalam proses pembelajaran daring di masa pandemi ini. Media video ini memiliki banyak manfaat salah satunya siswa dapat mengulangi bagian-bagian tertentu ketika terdapat bagian yang kurang jelas dan dapat diputar berulang kali. Media video ini juga diharapkan dapat membantu siswa yang cepat merasa bosan ketika proses pembelajaran berlangsung sehingga dapat termotivasi untuk belajar biologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dra. Dwi Ari Budiretnani, M.Pd. dan Tutut Indah Sulistiyowati, M.Si sebagai dosen pembimbing 1 dan 2, serta Dr. Poppy Rahmatika Primandiri selaku dosen pengampu matakuliah PKTI yang telah memberikan bimbingan serta dukungan dalam pembuatan artikel konseptual ini.

DAFTAR RUJUKAN

- A. A. Nugroho, R. W. Y. Putra, F. G. Putra, and M. Syazali, "Pengembangan blog sebagai media pembelajaran matematika," *Al-Jabar J. Pendidik.Mat.*, vol. 8, no. 2, pp. 197–203, 2017, DOI: <https://doi.org/10.24042/ajpm.v8i2.2028>
- Budiman, H. (2017). Peran Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pendidikan. *AlTadzkiyyah: Jurnal Pendidikan Islam*, 8, 75–83.
- Kustiani, M., dkk. (2012). Jurnal: pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Video. Department Fisika, FST, Universitas Airlangga. Surabaya

- Muhson, A. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Moodle Pada Matakuliah Fisika Dasar Lovy. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 36(1), 210–219. Retrieved from <http://journal.uny.ac.id/index.php/jpakun/article/view/949>
- Primarinda, I., Maridi, & Marjono. (2012). Pengaruh Model Pembelajaran Cooperative Learning tipe Group Investigation (GI) terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Hasil Elajar Biologi Siswa Kelas X. *Pendidikan Biologi*, 4(2), 60–71.
- Rohman, F., & Lusiyana, A. (2017). Pengembangan Modul Praktikum Mandiri Sebagai Asesmen Keterampilan Proses Sains dan Keterampilan Sosial Mahasiswa. *JIPFRI: Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah*, 1(2), 47–56.
- W.Saputra and B.E Purnama. (2015). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Untuk Mata Kuliah Organisasi Komputer` *Speed-Sentra Peneliti.Eng.danEduaksi*, Vol.4 No 2, 2015, DOI: <http://dx.doi.org/10.3112/speed.v4ia.865>

PROFIL KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA NEGERI 3 KEDIRI PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI

Feni Septiana¹, Budhi Utami¹, Tutut Indah Sulistiyowati¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korepondensi: fheniseptia97@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the quality of critical thinking test instruments used in Grade XI Science classes at SMA Negeri 3 Kediri during biology learning. Research data were obtained through interviews and test administration. Interviews with the Grade XI biology teacher indicated that students' motivation to learn biology remains low. Test results further revealed that students' higher-order thinking skills, particularly critical thinking, are still at a low level. This study employed a participatory research method to examine the instrument's effectiveness and the learning context. The findings highlight the need for improved instructional strategies and assessment tools to strengthen students' critical thinking skills in biology learning.

Key words:

critical thinking, biology learning.

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Pada saat sekarang sebagian besar pembelajaran di kelas tidak sesuai dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar yang ingin dicapai. Proses belajar mengajar lebih banyak menggunakan metode ceramah atau lebih bersifat teacher centered, peserta didik hanya mendengarkan dan menghafal. Metode ceramah kurang sesuai digunakan terutama dalam pelajaran IPA karena dalam mata pelajaran IPA peserta didik harus terlibat langsung seperti melakukan praktikum (Rahmawati, Yusrizal, & Hasan, 2015).

Menurut Ennis yang dikutip oleh Alec Fisher, "Berpikir kritis adalah pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus untuk memutuskan apa yang mesti dipercaya atau dilakukan". Dalam penalaran dibutuhkan kemampuan berpikir kritis atau dengan kata lain kemampuan berpikir kritis merupakan bagian dari penalaran.

Proses aktif menunjukkan keinginan atau motivasi untuk menemukan jawaban dan pencapaian pemahaman. Dengan berpikir kritis, maka pemikir kritis menelaah proses berpikir orang lain untuk mengetahui proses berpikir yang digunakan sudah benar (masuk akal atau tidak). Secara tersirat, pemikiran kritis mengevaluasi pemikiran yang tersirat dari apa yang mereka dengar, baca dan meneliti proses berpikir diri sendiri saat menulis, memecahkan masalah, membuat keputusan atau mengembangkan sebuah proyek.

Hasil wawancara dengan guru kelas XI dapat disimpulkan bahwa masalah yang terjadi di lapangan adalah motivasi siswa dalam pembelajaran Biologi masih kurang. Sedangkan Berdasarkan lembar soal atau tes yang diberikan kepada siswa diperoleh data bahwa berpikir tingkat tinggi siswa masih tergolong rendah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran Biologi. Hal ini penting dilakukan sebagai masukan bagi guru agar dapat merancang kegiatan pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian menggunakan metode partisipatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran biologi. Tes berisi 20 soal dengan kisi-kisi yang dikembangkan sesuai kriteria kemampuan berpikir kritis menurut Facione (2011), meliputi: 1) interpretasi; 2) analisis; 3) kesimpulan; 4) evaluasi; 5) penjelasan; dan 6) pengaturan diri. Masing-masing keterampilan tersebut terbagi lagi atas beberapa sub keterampilan serta panduan pertanyaan-pertanyaan yang memacu kemampuan berpikir kritis siswa. Keterampilan dan sub keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator *Berpikir Kritis* (Sumber: Facione, 2011)

Keterampilan	Sub Keterampilan
Interpretasi	• Menggolongkan • Menyandikan arti • Makna jelas
Analisis	• Mengenali argumen argumen • Mengenali alasan dan pernyataan
Kesimpulan	• Menilai kredibilitas pernyataan • Menilai kualitas argumen yang dibuat dengan menggunakan pertimbangan induktif atau deduktif
Evaluasi	• Menilai kualitas argumen yang dibuat dengan menggunakan pertimbangan induktif atau deduktif
Penjelasan	• Menyatakan hasil • Mendukung prosedur • Menyajikan argumen- argumen
Pengaturan Diri	• Perbaiki diri (me-riview ulang jawaban)

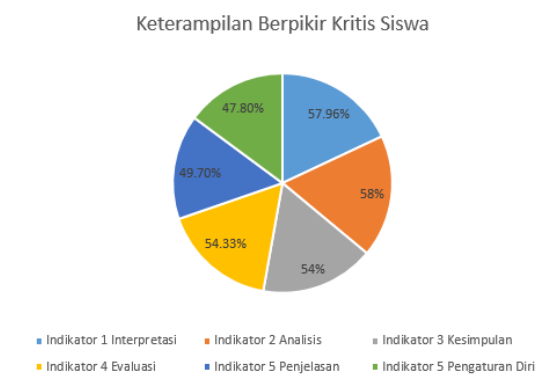
Penskoran dilakukan berdasarkan jawaban siswa atau kriteria penskoran yang telah ditetapkan. Skor pencapaian berskala 0–100 dengan patokan jumlah skor perolehan pengerjaan dibagi skor maksimal pengerjaan yang dapat dicapai, dikali dengan 100. Dengan demikian akan diperoleh skor atau nilai siswa berdasarkan jawaban masing-masing.

Tabel 2. Kriteria Rentang Nilai Berpikir Kritis (Sumber: Agip, Z, dkk, 2009)

No	Presentase Penilaian	Kategori
1	86 - 100	Sangat Tinggi
2	71 - 85	Tinggi
3	56 - 70	Sedang
4	41 - 55	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan dan analisis presentase keterampilan berpikir kritis siswa disajikan dalam gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Pada keterampilan berpikir kritis berdasarkan GAMBAR 1, diketahui bahwa dari keseluruhan jumlah siswa, 57.96% siswa bisa mengerjakan soal pada indikator interpretasi, 58% siswa bisa mengerjakan soal indikator analisis, 54% siswa bisa mengerjakan soal pada indikator menyimpulkan penjelasan, 54.33% siswa bisa mengerjakan soal pada indikator kesimpulan, 49.7% siswa bisa mengerjakan soal pada indikator evaluasi, dan 47.8% siswa bisa mengerjakan soal pada indikator pengaturan diri.

Jika didasarkan kriteria maka hasil dari data tersebut menunjukkan bahwa tes yang diberikan kepada siswa untuk kemampuan berpikir tingkat tinggi masih tergolong sedang dan rendah. Rendahnya tingkat kemampuan berpikir kritis siswa dapat disebabkan oleh beberapa faktor, menurut wawancara dengan guru kelas XI masalah yang terjadi di lapangan adalah motivasi siswa dalam pembelajaran Biologi masih kurang. Siswa pasif dalam pelaksanaan pembelajaran dan banyak siswa yang kesulitan memahami materi karena materi yang terlampau banyak dan sumber belajar yang terbatas.

Untuk memberdayakan keterampilan berpikir kritis siswa dapat dibiasakan dengan memberikan soal-soal yang menuntut kemampuan siswa berpikir kritis, salah satunya dengan memberikan soal-soal keterampilan berpikir kritis melalui penilaian formatif. Penilaian formatif adalah proses yang digunakan oleh guru dan siswa setelah kegiatan belajar mengajar dengan memberikan umpan balik untuk meningkatkan pencapaian siswa dari hasil pembelajaran (Bennett, 2011).

SIMPULAN

Pada analisis keterampilan berpikir kritis dapat diketahui bahwa dari keseluruhan jumlah siswa, 57.96% siswa bisa mengerjakan soal pada indikator interpretasi, 58% siswa bisa mengerjakan soal indikator analisis, 54% siswa bisa mengerjakan soal pada indikator menyimpulkan penjelasan, 54.33% siswa bisa mengerjakan soal pada indikator kesimpulan, 49.7% siswa bisa mengerjakan soal pada indikator evaluasi, dan 47.8% siswa bisa mengerjakan soal pada indikator pengaturan diri.

Hasil dari data tersebut menunjukkan bahwa tes yang diberikan kepada siswa untuk kemampuan berpikir tingkat tinggi masih tergolong sedang dan rendah.

Untuk memberdayakan keterampilan berpikir kritis siswa dapat dibiasakan dengan dengan memberikan soal-soal keterampilan berpikir kritis melalui penilaian formatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dra. Budhi Utami, M.Pd dan Tutut Indah Sulistiyowati, S.Pd., M.Si selaku dosen pembimbing dan Dr. Poppy Rahmatika Primandiri

selaku dosen pengampu mata kuliah PKTI , Kepala sekolah tempat penelitian, guru pengampu mata pelajaran Biologi, serta siswa SMA kelas XI MIPA SMA Negeri 3 Kediri yang sangat membantu dan mendukung pelaksanaan penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- Affandy, H., Aminah, N.S. and Supriyanto, S., 2019. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Fluida Dinamis Di SMA Batik 2 Surakarta. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), pp.25-33.
- Bennett, R.E., 2011. Formative assessment: A critical review. *Assessment in education: principles, policy & practice*, 18(1), pp.5-25.
- Ennis, R. H. 1996. *Critical Thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Facione, P.A., 2011. Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight assessment*, 2007(1), pp.1-23.
- Hayudiyani, M., Arif, M. and Risnasari, M., 2017. Identifikasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X TKJ Ditinjau dari Kemampuan Awal dan Jenis Kelamin Siswa di SMKN 1 Kamal. *Jurnal Ilmiah Edutic*, 4(1).
- Kartika, A.T., Eftiwin, L., Lubis, M.F. and Walid, A., 2020. Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VIII SMP Pada Mata Pelajaran IPA. *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan (JARTIKA)*, 3(1), pp.01-10.
- Nurazizah, S., Sinaga, P. and Jauhari, A., 2017. Profil kemampuan kognitif dan keterampilan berpikir kritis siswa sma pada materi usaha dan energi. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(2), pp.197-202.
- Rahmawati, R., Yusrizal, Y. and Hasan, M., 2015. Penerapan pembelajaran kooperatif tipe number head together berbasis metode praktikum untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa pada pokok bahan asam basa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 3(1), pp.169-180.

KAJIAN ETNOBOTANI PADA RITUAL MANTEN TEBU PABRIK GULA MODJOPANGGUNG TULUNGAGUNG

Affiah Nurul Hasanah¹, Alfin Warda Musawwa¹, Timurwati¹, *Tutut Indah Sulistiyowati¹

¹ Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: tututindah@unpkdr.ac.id

ABSTRACT

Ethnobotanical studies are closely related to communities that utilize plants in traditional rituals. The ancestral ritual of Manten Tebu at the Modjopanggung Sugar Factory, Kauman District, Tulungagung Regency, is performed annually at the beginning of the milling season and consists of two stages: a pre-procession and a main procession. This ritual incorporates a wide range of local plant species, each carrying specific philosophical and symbolic meanings. This study employed a qualitative approach with data collected through semi-structured interviews. The findings identified 17 plant species used in the Manten Tebu ritual. Plant use in the ritual is also accompanied by conservation practices carried out by the Sugarcane Farmers Association, including selective sugarcane management through field documentation, varietal selection, and assessment of crop maturity.

Key words:

ethnobotany, philosophy, conservation, *Manten Tebu*.

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Setiap daerah memiliki tradisi tertentu yang menjadi identitas dalam mewujudkan kearifan lokal di lingkungan. Masyarakat memang tidak bisa dilepaskan dari berbagai kebudayaan yang sudah ada sejak turun temurun dari leluhurnya. Menurut Rosanawati (2018), keberadaan kebudayaan dianggap sakral ketika pelaksanaannya dijalani oleh sebagian warga di wilayah tersebut. Peristiwa demi peristiwa menjadikan nilai-nilai hikmah kehidupan masa lalu leluhur yang terekam pada wujud kearifan hidup. Memahami ilmu etnobotani, berarti juga memahami tentang sejarah pemanfaatan dan domestikasi tumbuhan (Eko, 2011). Seperti halnya di daerah Tulungagung, memiliki tradisi yang sudah membudaya di setiap tahun pasti dilaksanakan, yaitu ritual Manten Tebu. Ritual Manten Tebu merupakan tradisi untuk menyambut musim buka giling di pabrik gula Modjopanggung, kecamatan Kauman, kabupaten Tulungagung. Manten tebu diibaratkan sepasang boneka pengantin yang berdandan layaknya pengantin pada adat Jawa. Sepasang boneka pengantin inilah yang akan digiling bersama dengan seluruh sesajen dalam acara tradisi manten tebu di pabrik gula Modjopanggung. Asal usul tradisi manten tebu di pabrik gula Modjopanggung berawal dari sejak pabrik berdiri tahun 1852. Tradisi manten tebu lahir dari seorang sesepuh desa bernama Mbah Niti Disastro yang berkomunikasi dengan penunggu kawasan sekitar pabrik gula Modjopanggung, dan hasilnya menginginkan sepasang boneka pengantin dan kepala kerbau untuk ditanam. Ritual ini telah berlangsung puluhan tahun untuk meminta keselamatan dan hasil gula yang baik. Menurut Fauzi (2016), ritual Manten Tebu

digelar sebagai wujud syukur atas melimpahnya panen serta memohon keselamatan pada Tuhan saat penggilingan berlangsung. Ritual Manten Tebu melibatkan beberapa tanaman, karenanya perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai nilai-nilai kearifan lokal tanaman yang digunakan dalam ritual.

METODE

Penelitian dilakukan di Pabrik Modjopanggung beralamat resmi di Jl. Kawi, Cuwiri, Desa Sidorejo, Kecamatan Kauman, Kabupaten Tulungagung, letak bangunan pabrik ini berbatasan dengan beberapa desa, antara lain desa Panggungrejo, desa Batangsaren, dan desa Mojosari, Kecamatan Kauman, Kabupaten Tulungagung, pada Desember 2021.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode kualitatif. Teknik pengumpulan data yaitu studi pustaka, observasi, wawancara semi-struktur. Wawancara semi-struktur dilakukan terhadap informan yang dipilih dengan memperhatikan kriteria orang yang terlibat dalam prosesi ritual Manten Tebu. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa perlengkapan wawancara, yaitu alat tulis, buku serta handphone untuk dokumentasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan pemanfaatan tumbuhan dalam rangkaian ritual Manten Tebu di PG Modjopanggung Tulungagung. Sebanyak 17 jenis tumbuhan digunakan pada rangkaian ritual Manten Tebu PG Modjopanggung.

Tabel 1. Daftar nama tumbuhan yang digunakan pada setiap prosesi Manten Tebu

No	Prosesi	Nama Jenis	Nama Lokal
1	Siraman Tebu Welasan	1. <i>Rosa sp</i>	Bunga mawar
		2. <i>Cananga odorata</i>	Bunga kenanga
		3. <i>Jasminum sp</i>	Bunga melati
		4. <i>Saccarum sp</i>	Tebu
2	Serah Terima Manten	5.	Janur
		6. <i>Musa sp</i>	Pisang
		7. <i>Cocos nucifera</i>	Kelapa
		8. <i>Saccharum sp</i>	Tebu
		9. <i>Piper betle</i>	Sirih
		10. <i>Zingiber officinale</i>	Jahe
		11. <i>Curcuma longa</i>	Kunyit
		12. <i>Kaempferia galanga</i>	Kencur
		13. <i>Rosa sp</i>	Bunga mawar
		14. <i>Jasminum sp</i>	Bunga melati
		15. <i>Magnolia alba</i>	Bunga kanthil
	Kirab Manten	16. <i>Saccharum sp</i>	Tebu
		17. <i>Musa sp</i>	Pisang
		18. <i>Cocos nucifera</i>	Kelapa
		19. <i>Arachis hypogaea</i>	Kacang tanah
		20.	Janur
		21. <i>Vigna unguiculata ssp</i>	Kacang panjang
		22. <i>Daucus carota</i>	Wortel
		23. <i>Solanum lycopersicum</i>	Tomat
		24. <i>Capsicum annuum L.</i>	Cabe besar
		25. <i>Solanum melongena</i>	Terong

4	Giling manten	26. <i>Saccharum sp</i>	Tebu
		27. <i>Magnolia alba</i>	Bunga kanthil
		28. <i>Rosa sp</i>	Bunga mawar
		29. <i>Jasminum sp</i>	Bunga malati

Berdasarkan tabel 1, dapat diketahui bahwa prosesi serah terima manten menggunakan paling banyak jenis tumbuhan. Dalam ritual manten tebu di P.G Modjopanggung terdapat dua tahap yaitu tahap pra-prosesi dan prosesi inti.

Pra-Prosesi

Tahap pra-prosesi merupakan tahap untuk mempersiapkan semua keperluan dalam prosesi inti. Kegiatan dalam tahap pra-prosesi ini meliputi :

1. Acara Selamatan

Acara selamatan merupakan cara untuk menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada Allah, lega, senang, dan menyambut nikmat yang diberikan kepadanya dimana rasa senang, lega itu terwujud pada lisan, hati maupun perbuatan. Acara selamatan ini dilakukan pada sore tepatnya setelah waktu *ashar*, kegiatan dalam acara ini yaitu membacakan ayat suci Al-Qur'an dan membagikan nasi berkat kepada yang hadir dalam acara selamatan

2. Tebang Tebu

Penebangan tebu melalui beberapa tahapan mulai dari mendata kebun tebu, seleksi varietas tebu, dan tingkat kemasakan tebu. Menurut Widyawati (2018), tebu yang dipilih betul-betul layak untuk digiling agar dicapai rendemen/hasil gula setinggi-tingginya. Pada saat melakukan penebangan tebu dihadiri para staf karyawan Pabrik Gula. Tebu hasil pemilihan merupakan sesajen utama yang harus terpenuhi terlebih dahulu yaitu menyiapkan tebu pilihan yang berjumlah 11 buah atau yang sering disebut dengan Tebu Welasan. Dari tebang tebu tersebut diambil 2 kolong yang terdiri dari 11 batang. Makna 11 batang tebu memiliki filosofi supaya rendemen bisa mencapai 11.

3. Penyembelihan Kerbau

Kerbau yang disembelih adalah satu ekor kerbau jantan dan satu ekor kerbau betina. Penyembelihan dua hewan. Setelah disembelih, kepala kerbau diletakkan di sebelah mesin gilingan dan satunya lagi diletakkan di mesin masakan, dimaksudkan agar dapat menolak bala.

4. Pembuatan Boneka Manten

Boneka manten terbuat dari tepung terigu, gula merah, dan santan kelapa. Bahan-bahan tersebut dicampur menjadi satu dan dibentuk menyerupai sepasang pengantin laki-laki dan perempuan. Pembuatan boneka ini tidak boleh sembarangan, pihak yang membuat boneka manten adalah keturunan dari sesepuh Mbah Niti Disastro.

5. Pembuatan Kembar Mayang

Kembar mayang adalah sepasang hiasan dekoratif simbolik setinggi setengah sampai satu badan manusia yang dilibatkan dalam upacara perkawinan adat Jawa. Kembar mayang biasanya dibawa oleh pria dan oleh wanita. Menurut Yulia (2020), fungsi Kembar Mayang sendiri dalam prosesi pada Giling Manten adalah sebagai pesan kepada Pabrik Gula Modjopanggung, untuk selalu bisa mempertahankan keutuhan rumah tangganya pada Pabrik Gula Modjopanggung sesulit apapun halangan yang dihadapi.

6. Pembuatan Sesajen

Sesajen atau sesaji adalah suatu pemberian sebagai tanda penghormatan atau rasa syukur terhadap semua yang terjadi masyarakat, tujuan dari pemberian sesajen adalah untuk mencari berkah

7. Pembuatan Tumpeng Sayur

Ini melambangkan sebagai wujud syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa agar selalu diberi barokah untuk mencapai tingkatan yang paling tinggi dalam pekerjaan dengan berbekal memanfaatkan segala potensi yang dimiliki dalam diri karyawan pabrik.

8. Pembuatan Cok Bakal

Masyarakat Jawa pada umumnya masih mempertahankan tradisi, dalam hal ini adalah tradisi membuat Cok Bakal. Cok Bakal adalah suatu sesaji yang dibuat guna mendapatkan keselamatan dan keberkahan dari Tuhan.

Prosesi Inti

Tahap prosesi inti merupakan tahap utama dalam ritual Manten Tebu. Kegiatan dalam prosesi ini meliputi :

1. Siraman Tebu Welasan

Tebu welasan yang berjumlah 11 ini diikat dan dikalungi dengan rangkaian hiasan bunga melati dan diletakkan di rumah keluarga keturunan Mbah Niti sebelum diarak bersamaan dengan boneka manten. Prosesi siraman tebu welasan dilaksanakan secara bergantian oleh pihak karyawan pabrik, sesepuh dan ditutup oleh perwakilan dari pihak Asosiasi Petani Tebu Rakyat karena dianggap telah berjasa menanam dan merawat tanaman tebu hingga mampu tumbuh untuk dapat dipanen hasilnya dalam musim Buka Giling di Pabrik Gula Modjopanggung ini. Air siraman untuk tebu sebelumnya sudah diberi beberapa bunga-bunga layaknya prosesi siraman manten jawa. Menurut Supriyati (2017), bunga yang digunakan adalah bunga mawar, bunga melati, dan bunga kenanga.

2. Serah Terima Manten

Dalam prosesi serah terima manten, para pengiring manten membawa kembar mayang yang terbuat dari janur (daun muda dari pohon kelapa). Menurut Anggraini (2018), yang mengartikan penyatuan 2 hal yang berbeda agar berjalan pada tujuan yang sama, serta membawa sesaji-sesaji yang terdiri dari pisang setandan yang mengartikan persatuan, kelapa yang diartikan keterbukaan pikiran dalam bekerja dan menghadapi masalah, Cok Bakal yang berisi empon-empon (jahe, kunyit, kencur), sirih, bunga mawar, bunga melati, bunga kantil yang artinya memohon keselamatan dan keberkahan.

3. Kirab Manten

Setelah prosesi Serah Manten, prosesi dilanjutkan dengan kirab dengan membawa boneka manten tebu beserta semua pengiring dan sesajen-sesajennya untuk dibawa ke tempat penggilingan. Dalam prosesi ini tumpeng sayur juga diikutsertakan, tumpeng sayur terdiri dari kacang panjang, terong ungu, tomat, wortel, dan cabe besar yang nantinya setelah prosesi giling manten selesai akan diambil dan dikeroyok oleh masyarakat. Menurut Fauzi (2016), tumpeng sayur ini dibuat tinggi yang melambangkan sebagai wujud Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa agar selalu diberi barokah untuk mencapai tingkatan yang paling tinggi dalam pekerjaan dengan berbekal memanfaatkan segala potensi yang dimiliki dalam diri karyawan pabrik.

4. Giling manten

Prosesi terakhir yaitu menggiling boneka manten tebu dan sesajen-sesajennya kedalam mesin penggiling termasuk Sesajen Tebu dan Tebu Welasan yang di awal mengikuti proses siraman. Dengan berakhirnya prosesi tersebut, maka awal masa giling tebu pada PG Modjopanggung ini resmi dibuka. Menurut Pradana (2018), ritual yang dilaksanakan ini bukanlah sekedar seremoni belaka, namun juga mengandung nilai-nilai kebaikan dan kebajikan. Prosesi Manten Tebu sebagai bagian akhir dalam proses pra-

giling merupakan puncak dari agenda-agenda yang lain, dan ritual memiliki makna bahwa pernikahan yang baik jika dipersiapkan dengan matang dan dilaksanakan dengan penuh keikhlasan akan menghasilkan gula atau hal-hal manis di dalam rumah tangga. Meskipun ada pula gula yang memiliki rasa pahit karena kemungkinan terjadi kegagalan dalam proses giling atau kualitas tebunya kurang baik, akan tetapi jika kita ikhlas dan menerima maka semua akan menjadi manis pada akhirnya.

B. Upaya Konservasi dalam Pemanfaatan Tumbuhan pada Ritual Manten Tebu

Pengelolaan kebun tebu masih diperhatikan dengan baik, didukung oleh pernyataan bahwa pada prosesi Tebang Tebu selain sesepuh yang memimpin prosesi tersebut karyawan pabrik dan perwakilan dari Asosiasi Tebu Rakyat juga ikut andil dalam pemilihan tebu sebagai pihak yang mengetahui kriteria tebu yang baik. Penebangan tebu melalui beberapa tahapan mulai dari mendata kebun tebu, seleksi varietas tebu, dan tingkat kemasakan tebu. Tebu yang dipilih harus layak untuk digiling agar dicapai rendemen/hasil gula setinggi-tingginya, jadi tidak asal menebang sesuai keperluan ritual tetapi seluruh pihak bersifat selektif. Pernyataan lain disebutkan bahwa pihak Asosiasi Tebu Rakyat juga turut andil menutup prosesi Siraman Tebu Welasan sebagai suatu kehormatan yang diberikan kepada Asosiasi Tebu Rakyat yang telah bekerja keras dalam mengupayakan tanaman tebu tumbuh dengan baik dan senantiasa mempertahankan kualitas tebu agar memperoleh hasil rendemen yang bagus.

SIMPULAN

Ritual manten tebu menggunakan total 17 jenis tumbuhan, tumbuhan tersebut antara lain tebu, kelapa, bunga mawar, melati, kantil, dsb. Tumbuhan tersebut digunakan pada setiap prosesi yang ada yaitu pada pra-prosesi inti meliputi acara selamatan, tebang tebu, penyembelihan kerbau, pembuatan boneka manten, pembuatan kembar mayang, pembuatan sesajen, pembuatan tumpeng sayur, pembuatan cok bakal, dan prosesi inti meliputi prosesi Siraman Tebu Welasan, Serah Manten, Kirab Manten, dan Giling Manten. Pemanfaatan tumbuhan pada ritual manten tebu juga disertai bentuk pelestarian yaitu berupa selektif dalam memilih tebu dengan cara mendata kebun tebu, seleksi varietas tebu, dan tingkat kemasakan tebu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para narasumber yang telah bersedia memberikan informasi mengenai Ritual Manten Tebu dan kepada Ibu Tutut Indah Sulistiyowati, M.Si selaku dosen pengampu mata kuliah Etnokonservasi yang telah membimbing penulis dalam penyusunan artikel ini hingga selesai.

DAFTAR RUJUKAN

- Anggaraini T, Utami S, & Murniningsih. 2017. Kajian Etnobotani Tumbuhan yang digunakan pada Upacara Pernikahan Adat Jawa di Sekitar Keraton Kasunanan Surakarta Hadiningrat. *Jurnal Biologi*, 7 (3), 13-20.
- Fauzi R. 2016. Sejarah Tradisi Ritual Giling Maten di Pabrik Gula Ngadirejo, Desa Ngadirejo, Kecamatan kras, Kabupaten Kediri. *Avatara E-Journal Pendidikan Sejarah*, 4 (2), 462-482.
- Gunawan A. 2019. Tradisi Upacara Perkawinan Adat Sunda (Tinjauan Sejarah dan Budaya di kabupaten Kuningan). *Jurnal Artefak*, 6 (2), 71-84.
- Maghfiroh A. 2020. *Etnobotani Tumbuhan yang Digunakan dalam Upacara Pernikahan oleh Suku-suku di Indonesia*. Skripsi, Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Jember, 1-70.
- Pradana C. 2018. Makna Prosesi Upacara Adat Giling dan Suling di Pabrik Gula Madukisma Sebagai Atraksi Wisata Budaya. *Jurnal Gama Societa*, 2 (2), 91-100.

- Rosanawati I. 2018. Makna Simbolis Upacara Manten Tebu pada Tradisi Cembengan di Tasikmadu. *Jurnal Ilmiah Pendidikan, Sejarah dan Sosial Budaya*, 20 (2), 11-18.
- Supriyati E, Rahmi F, & Nurmiyati. 2017. Kajian Etnobotani pada Tradisi Pernikahan Wilayah Klaten Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Riau Biologia*. 2 (2). 112-118.
- Walujo E. 2011. [Sumbangan Ilmu Etnobotani dalam Memfasilitasi Hubungan Manusia dengan Tumbuhan dan Lingkungannya](#). *Jurnal Biologi Indonesia* 7 (2), 375-391.
- Widyawati M. 2018. *Mitos dalam Ritual Petik Manten Tebu di Pabrik Gula Sembrono*. Skripsi, Program Studi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Universitas Jember.
- Yulia C. 2020. *Studi Etnobotani Tumbuhan yang digunakan dalam Upacara Ritual Adat di Desa Simpang Bayat Kecamatan Bayung Lencir Sumatra Selatan*. Skripsi, Program Studi Tadris Biologi, Universitas Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.

PROFIL KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA KELAS XI SMA NEGERI 3 KEDIRI

Nia Talia Salsabela Dewi Murti¹, Sulistiono¹, Budhi Utami¹.

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

*Penulis korespondensi: budhiutami@unpkdr.ac.id

ABSTRACT

Creative thinking involves generating unconventional ideas and producing original thoughts. Individual creativity can be reflected through problem-solving skills, personal dispositions, and habitual thinking patterns. This study aims to describe the creative thinking profile of students in Grade XI MIPA 1. A participatory survey method was employed using a creative thinking questionnaire adapted from Joe Tidd and John Bessant (2011). The sample consisted of 24 students from one Grade XI MIPA class. Data were analyzed using a descriptive qualitative approach. The results showed that students' creative thinking abilities were categorized into four levels: high creativity, above-average creativity, average creativity, and low creativity.

Key words:

creative thinking, senior high school.

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Dalam menghadapi masa depan yang penuh tantangan, tidak hanya bisa mengandalkan ilmu pengetahuan saja tetapi juga kemampuan berpikir. Oleh karena itu upaya peningkatan mutu pendidikan mempersiapkan peserta didik untuk menjadi generasi masa depan yang berkualitas, dan mampu menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Salah satu kemampuan berpikir yang sering diabaikan dalam pendidikan formal adalah kemampuan berpikir kreatif. Sesuai dengan pendapat Guilford (Munandar, 2009) dalam pidatonya yang terkenal pada tahun 1950 memberikan perhatian terhadap masalah kreativitas dalam pendidikan, menyatakan bahwa pengembangan kreativitas ditelantarkan dalam pendidikan formal, padahal amat bermakna bagi pengembangan potensi anak secara utuh. Hal ini disebabkan karena kemampuan mental dilatih yang terfokus pada tercapainya satu jawaban yang paling tepat terhadap suatu masalah.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi merupakan komponen kemampuan berpikir, yaitu kecakapan mengolah pikiran untuk menghasilkan ide-ide baru. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Zimmerer dkk (2009), bahwa kreativitas adalah kemampuan untuk mengembangkan ide-ide baru dan untuk menemukan cara-cara baru dalam melihat masalah dan peluang.

Menurut Suastra (2008) diperlukan transformasi pendidikan dalam mata pelajaran apa pun, dari belajar dengan menghafal menjadi belajar berpikir, atau dari belajar yang dangkal menjadi mendalam atau kompleks.

Berpikir kreatif atau kreativitas sendiri masih menjadi isu yang menarik di kalangan peneliti. Mendesain pembelajaran yang dapat memberikan siswa kesempatan yang lebih untuk mengeksplorasi permasalahan yang memberikan banyak solusi dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam berpikir kreatif (Silver, 1997; Hamza and Griffith, 2006).

Menurut Filsaime (2008), berpikir kreatif adalah proses berpikir yang memiliki ciri-ciri kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian atau originalitas (*originality*) dan merinci atau elaborasi (*elaboration*). Kelancaran adalah kemampuan mengeluarkan ide atau gagasan yang benar sebanyak mungkin secara jelas. Keluwesan adalah kemampuan untuk mengeluarkan banyak ide atau gagasan yang beragam dan tidak monoton dengan melihat dari berbagai sudut pandang. Originalitas adalah kemampuan untuk mengeluarkan ide atau gagasan yang unik dan tidak biasanya, misalnya yang berbeda dari yang ada di buku atau berbeda dari pendapat orang lain. Elaborasi adalah kemampuan untuk menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi dan menambah detail dari ide atau gagasannya sehingga lebih bernilai.

Dalam GBHN 1993 (Munandar, 2009) dijelaskan bahwa pengembangan kreativitas secara eksplisit dinyatakan pada setiap tahapan perkembangan anak, mulai dari pendidikan pra-sekolah sampai diperguruan tinggi. Munandar menyatakan bahwa berpikir kreatif kurang dirangsang, sehingga anak tak terbiasa berpikir bermacam-macam arah. Dengan itu, Kreativitas atau berpikir kreatif perlu dilatih, dikembangkan dan ditingkatkan.

Berdasarkan uraian diatas, kemampuan berpikir kreatif sangat penting untuk dikuasai sehingga peserta didik tidak hanya belajar menghafal namun juga menerapkan berpikir tingkat tinggi atau kreatif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui profil kemampuan berpikir kreatif siswa kelas XI SMA Negeri 3 Kediri.

METODE

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan menggunakan metode survei partisipatif dengan melakukan penyebaran angket dan observasi yang dilakukan pada proses pembelajaran. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2021 di SMA Negeri 3 Kediri. Subyek penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 3 Kediri yang berjumlah 24 siswa. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan angket kuesioner kemampuan berpikir kreatif siswa yang diadopsi dari Joe Tidd dan John Bessant (2011). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan pedoman penskoran dibawah ini.

Tabel 1. Kriteria Penskoran Angket

Perskoran	Kriteria
Poin Diatas 20	Kreativitas Tingkat Tinggi
Poin 15 – 19	Diatas Rata-Rata
Poin 11 – 14	Rata-Rata
Poin kurang dari 7	Kreativitas Rendah

Untuk Prosedur penelitian melalui beberapa tahapan mulai dari penentuan sampel, adopsi instrumen, penyebaran angket hingga menganalisis hasil angket.

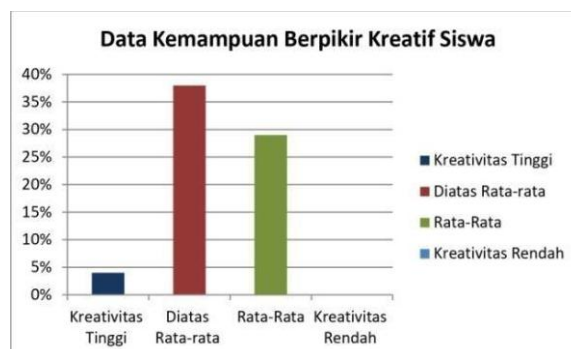
Tabel 2. Prosedur Penelitian

Tahapan	Keterangan
Penentuan sampel	Peneliti menentukan sampel penelitian yakni siswa SMA Negeri 3 Kediri sebanyak 24 siswa kelas XI Mipa 1 .
Adopsi instrumen berupa Angket Kemampuan Berpikir Kreatif	Peneliti mengadopsi instrumen angket yang dibuat oleh Joe Tidd dan John Bessant (2011) .
Penyebaran Angket	Angket ketrampilan berpikir kreatif selanjutnya akan diberikan kepada siswa kelas XI Mipa 1 secara online menggunakan <i>Google Form</i> .

Analisis angket	Hasil angket akan dianalisis untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif siswa kelas XI MIPA 1.
-----------------	---

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di SMA Negeri 3 Kediri pada kelas XI MIPA 1 didapatkan hasil seperti dibawah ini.



Gambar 1. Hasil Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari gambar 1, nilai yang diperoleh siswa kemudian dikelompokkan untuk mengetahui profil kemampuan berpikir kreatif siswa secara keseluruhan. Dari data yang diperoleh, profil kemampuan berpikir kreatif siswa SMA kelas XI MIPA 1 terbagi menjadi kedalam 4 kategori yaitu kreativitas Tinggi, Kreativitas Diatas Rata-Rata, Rata-Rata dan Rendah. Kategori kemampuan berpikir kreatif siswa yang paling dominan adalah kategori kreativitas diatas rata-rata dengan perolehan 38%. sesuai dengan pendapat

Hurlock (1999) mengatakan bahwa kreativitas memiliki berbagai tingkatan seperti halnya pada tingkatan kecerdasan. Karena kreativitas merupakan perwujudan dari proses berpikir kreatif, maka berpikir kreatif juga mempunyai tingkat. Adapun rincian dari data kemampuan berpikir kreatif yaitu Kreativitas Tinggi 4 %, Diatas Rata-rata 38%, Rata-rata 29% dan tidak terdapat siswa yang memiliki kreativitas Rendah.

Menurut Guilford (dalam Ali & Asrori, 2006) menyatakan bahwa kreativitas mengacu pada kemampuan yang menandai ciri-ciri seseorang kreatif. Lebih lanjut Guilford mengemukakan dua cara berpikir kreatif, yaitu cara berpikir konvergen dan divergen. Cara berpikir Konvergen adalah cara-cara individu dalam memikirkan sesuatu dengan berpandangan bahwa hanya ada satu jawaban yang benar. Sedangkan cara berpikir divergen adalah kemampuan individu yang mencari berbagai alternatif jawaban terhadap persoalan. Guilford menekankan bahwa orang-orang kreatif lebih banyak memiliki cara-cara berpikir divergen daripada kovergen.

berdasarkan hasil penyebaran angket dikelas XI MIPA 1 terdapat presentase siswa kategori Rata-rata dipengaruhi karena terdapat siswa yang masih belum menggunakan cara berpikir kreatif pada saat mengerjakan soal-soal yang HOTS, berdasarkan hasil observasi didalam kelas siswa lebih cenderung menyukai soal-soal yang bertipe pengetahuan C1 dan C2 ketika diberikan soal yang bertipe C4 siswa merasa kesulitan karena mereka terbiasa menggunakan kemampuan hafalan.

Pemecahan masalah merupakan salah satu cara yang tepat untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Masalah terbuka dapat memberi ruang bagi siswa untuk menafsirkan masalah dan membangun solusi dengan penafsiran yang berbeda, Silver (1997).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa profil kemampuan berpikir kreatif siswa kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 3 Kediri memiliki kemampuan berpikir kreatif diatas rata-rata berdasarkan perolehan presentase dengan hasil 38% serta yang memiliki kriteria Kreativitas Tinggi 4%. Melalui hasil tesebut guru dapat menerapkan strategi pembelajaran yang inovatif sehingga mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr.Sulistiono,M.Si serta Dra. Budhi Utami,M.Pd selaku pembimbing dan kepada Dr.Poppy Rahmatika Primandiri selaku dosen pengampu mata kuliah PKTI yang telah memberikan kritikan dan masukan kepada penulis sehingga dapat menulis artikel ini .

DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, Sani Ridwan. 2014. Pembelajaran saintifik untuk kurikulum 2013. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ahmad Susanto. 2013. Teori Belajar dan Pembelajaran di Sekolah Dasar, Jakarta: Kencana Prenadamedia Group.
- Almuharomah, F. A., & Mayasari, T. 2018. Profil kemampuan berpikir kreatif fisika siswa SMP. In *Quantum: Seminar Nasional Fisika, dan Pendidikan Fisika* (pp. 495-499).
- Ardiansyah, A. S. 2015. *Eksplorasi Tingkat Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas VIII Pada Pembelajaran Matematika Setting Problem Based Learning* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG).
- Fardah, D. K. 2012. Analisis proses dan kemampuan berpikir kreatif siswa dalam matematika melalui tugas open-ended. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 3(2), 91-99.
- Kurnia, A. 2021. Profil Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Menggunakan Soal Tes Pilihan Ganda pada Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 4(1), 27-32.
- Lubis, T. 2015. *Penerapan Strategi Penugasan Proyek untuk Mengetahui Peningkatan Penguasaan Konsep dan Profil Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Sari, I. M., Sumiati, E., & Siahaan, P. 2013. Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Dalam pembelajaran Pendidikan Teknologi Dasar (PTD). *Jurnal Pengajaran MIPA*, 18(1), 60-68.
- Ulfa, A., Ruzyati, M., Pujiastuti, P., San, S. M., & Prayitno, B. A. 2018. Profil kemampuan berpikir kreatif siswa laki-laki dan perempuan di sebuah SMA Negeri Surakarta. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 15, No. 1, pp. 532-540).

Analisis Potensi Serapan Kandungan Senyawa Dalam Tanaman Sirih Cina (*Peperomia pellucida*) Terhadap Tubuh Secara In Silico

Nathania Ayu Nirmala¹, Lisa Permata Sari¹, Hayayumna Faiza¹

¹ Progam Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Penulis korespondensi: nathaniayy281@gmail.com

ABSTRACT

Peperomia pellucida (*Peperomia pellucida*) leaves constitute a traditional medicinal plant that is believed to have numerous benefits. This *Peperomia pellucida* plant is also known to exhibit antibacterial, analgesic, antipyretic, anti-inflammatory, hypoglycemic, antifungal, antimicrobial, anticancer, antioxidant, antidiabetic, and antihypertensive activities. This study aims to analyze the potential absorption of compound constituents in *Peperomia pellucida* (*Peperomia pellucida*) in the body through an in silico approach. The method used is descriptive exploratory by utilizing the PubChem and SwissADME websites. Based on the results of data analysis through an exploratory study, it can be identified that *Peperomia pellucida* (*Peperomia pellucida*) contains 25 active compounds that can be absorbed by the body. This article is an article adapted from previous research with a different topic.

Key words:

Chinese betel, Medical plant, Compounds, Absorption

Riwayat artikel

Diterima:16/11/2025

Diperbaiki:-

Terbit:8/5/2026

PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan hal yang sangat penting bagi semua manusia karena tanpa kesehatan yang baik, maka setiap manusia akan sulit dalam melaksanakan aktivitasnya sehari-hari. Menurut WHO kesehatan adalah keadaan sempurna baik secara fisik, mental, maupun sosial dan tidak hanya bebas dari penyakit dan cacat. Hidup sehat tanpa mengalami gangguan kesehatan adalah dambaan setiap orang, terlebih di era modern ini yang menuntut setiap orang selalu aktif berkarya dan berprestasi. Oleh karena itu, kesehatan sangat penting dan harus dirawat. Gaya hidup kembali ke alam yang menjadi trend saat ini membawa masyarakat kembali memanfaatkan bahan alam, termasuk pengobatan dengan tanaman berkhasiat obat (Sambara, 2016).

Di Indonesia terdapat 20.000 jenis tumbuhan obat. Yang terdata sekitar 1.000 jenis, dan yang sudah dimanfaatkan untuk pengobatan tradisional baru sekitar 300 jenis. Tumbuhan Sirih Cina merupakan tumbuhan herba yang berasal dari Amerika Serikat tetapi tumbuh liar dan mudah didapatkan di Indonesia. Tanaman banyak ditemukan pada pekarangan, pinggir parit, di tempat yang lembab. Tumbuhan ini memiliki tinggi 10 – 20 cm dengan batang tegak, lunak dan berwarna hijau muda. Daun tunggal dengan kedudukan spiral, bentuk lonjong, panjang 1 4 cm,

lebar 1,5 – 2 cm, ujung runcing, pangkal bertoreh, tepi rata, pertulangan melengkung, permukaan licin, lunak, dan berwarna hijau. Bunga majemuk, berbentuk bulir, terletak diujung batang atau di axila daun, panjang bulir 2 – 3 cm, tangkai lunak, berwarna putih kekuningan. Akar serabut, putih dan perakaran tidak dalam (Heyne, 1987).

Sirih Cina merupakan salah satu tumbuhan yang digunakan untuk pengobatan herbal. Tetapi banyak orang yang masih menyepelekan manfaat Sirih Cina. Padahal, daun ini ampuh untuk mengobati berbagai macam penyakit. Tumbuhan Sirih Cina (*Peperomia pellucida*) secara tradisional telah dimanfaatkan oleh masyarakat dalam mengobati beberapa penyakit. Kemampuan tumbuhan Sirih Cina (*Peperomia pellucida*) sebagai tanaman obat diduga berkaitan dengan kandungan antioksidan pada tumbuhan tersebut. Dari hasil skrining fitokimia yang dilakukan Angelina dkk (2015) tumbuhan Sirih Cina (*Peperomia pellucida*) ini mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan triterpenoid. *Peperomia pellucida* merupakan tanaman obat penting yang termasuk dalam famili Piperaceae, dipilih untuk penelitian ini karena nilai terapeutiknya dalam mengobati abses, bisul, sakit perut, jerawat, kolik, kelelahan, asam urat, sakit kepala, gangguan ginjal, impotensi, campak, gangguan jiwa, luka dan pendarahan (Aziba et al., 2001), kanker (Xu et al., 2006), eksim dan demam (Ghani, 1998), nyeri rematik (Khan dan Omoloso, 2002).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya masih dijelaskan potensi senyawa pada tanaman Sirih Cina sebagai antioksidan. Akan tetapi, penelitian mengenai analisis serapan kandungan senyawa pada Sirih Cina belum banyak ditemukan. Oleh karena itu, penelitian ini dibuat untuk mengetahui serapan senyawa yang terkandung pada Sirih Cina terhadap tubuh.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif yang bertujuan mengungkap potensi serapan kandungan senyawa pada tanaman Sirih Cina (*Peperomia pellucida*) terhadap tubuh secara *In Silico*. Data yang ada pada Sirih Cina dikoleksi dan ditelusur pustaka dari penelitian sebelumnya dan dari web atau jurnal terkait. Setelah itu, identitas senyawa tersebut dieksplorasi dari database yaitu PubChem dan SwissADME. Dari PubChem cari nama senyawa dan canonical smile lalu disalin. Setelah itu, masukkan canonical smile ke web SwissADME, kemudian serapan senyawa pada Sirih Cina terhadap tubuh, diprediksi dengan SwissADME. Pilih target informasi dari senyawa yang dicari, lalu di tulis dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serapan senyawa ke dalam tubuh adalah proses penting dalam farmakokinetik dan fisiologi manusia yang mempengaruhi efektivitas obat, nutrisi, dan bahan kimia lainnya. Serapan senyawa adalah proses di mana zat dari lingkungan luar, seperti obat, nutrisi, atau racun, memasuki tubuh melalui berbagai rute, termasuk saluran pencernaan, kulit, atau sistem pernapasan. Proses ini merupakan langkah awal dalam distribusi senyawa tersebut ke dalam aliran darah dan sel-sel tubuh. Berdasarkan hasil pencarian penyerapan senyawa Sirih Cina terhadap tubuh secara *in silico*, tidak semua senyawa yang terkandung dapat diserap dengan baik. Dari hasil telusur pustaka didapatkan sebanyak 25 senyawa aktif yang terkandung di dalam Sirih Cina (*Peperomia pellucida*). Berikut adalah tabel pencarian kandungan dan serapan Sirih Cina pada tubuh:

Tabel 1. Hasil Prediksi ADME

Senyawa	Formula	Berat molekul <500(g/mol)	H-bond Acceptor <10	H-bond donor <10	Logp<5	Kelarutan dalam air
Propane, 1,1,3-triethoxy-	C9H20O3	176.25	3	0	1.83	Larut
Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-	C15H24	204.35	0	0	4.65	Larut
Caryophyllene	C15H24	204.35	0	0	4.24	Larut
ç-Elemene	C15H24	204.35	0	0	4.56	Larut
3-Methoxy-2-nitrophenyl)acetic acid, methyl ester	C10H11NO 5	225.20	5	0	1.08	Larut
Carotol	C15H26O	222.37	1	1	3.60	Larut
Apiol	C12H14O4	222.24	4	0	2.44	Larut
E-2-Tetradecen-1-ol	C14H28O	212.37	1	1	4.47	Cukup larut
Z,Z-2,5-Pentadecadien-1-ol	C15H28O	224.38	1	1	4.61	Larut
3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	C20H40O	296.53	1	1	6.22	Cukup larut
n-Hexadecanoic acid	C16H32O2	256.42	2	1	5.20	Cukup larut
2,6,10-Dodecatrien1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	C15H26O	222.37	1	1	4.32	Larut
Phytol	C20H40O	296.53	1	1	6.22	Cukup larut
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	C18H32O2	280.45	2	1	5.45	Cukup larut
9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z)-	C18H30O2	278.43	2	1	5.09	Larut
1-Hexadecanol, 2-methyl	C20H38O2	310.51	2	0	6.59	Sulit larut
10-Undecenoic acid, octyl ester	C19H36O2	296.49	2	0	6,02	Sulit larut
1,4-Dioxaspiro[4.5]decane, 8-(methylthio)-	C9H16O2S	188.29	2	0	2.02	Larut
7-Methyl-Ztetradecen-1-ol acetate	C17H32O2	268.43	2	0	5.00	Cukup larut

6,9,12,15-Docosatetra-enoic acid, methyl ester	C23H38O2	346.55	2	0	6.51	Cukup larut
á-D Mannofuranoside, farnesyl	C21H36O6	384,51	6	4	2.56	Larut
3-Hydroxy-4-methoxycinnamic acid	C10H10O4	194.18	4	2	1.39	Larut
Campesterol	C28H48O	400.68	1	1	6.90	Cukup larut
Stigmasterol	C29H48O	412.69	1	1	6.97	Cukup larut
á-Sitosterol	C35H58O7	590.83	7	4	5.36	Larut

Ada beberapa rute utama di mana senyawa dapat diserap ke dalam tubuh: Rute Oral dimana Senyawa ditelan dan diserap melalui saluran pencernaan. Proses ini melibatkan penyerapan di lambung dan usus kecil, dimana senyawa harus melewati membran sel epitel untuk masuk ke dalam aliran darah. Rute Dermal yaitu Senyawa diserap melalui kulit. Penyerapan ini dapat terjadi melalui lapisan luar kulit dan masuk ke dalam aliran darah atau jaringan lokal. Rute Inhalasi yaitu Senyawa dihirup dan diserap melalui saluran pernapasan. Molekul senyawa yang terhirup akan mencapai alveolus di paru-paru dan diserap ke dalam darah. Rute Parenteral yaitu Senyawa disuntikkan langsung ke dalam tubuh, biasanya melalui injeksi intravena, intramuskular, atau subkutan. Rute ini menghindari proses penyerapan yang kompleks di saluran pencernaan.

Terdapat berbagai faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas serapan senyawa dalam tubuh diantaranya yaitu: Kondisi Fisiologis, pH lambung, waktu pencernaan, dan motilitas usus dapat mempengaruhi serapan senyawa melalui rute oral. Karakteristik kimia senyawa, solubilitas, ukuran molekul, dan afinitas senyawa terhadap lipid atau air berperan dalam seberapa baik senyawa dapat menembus membran biologis. Kondisi kulit seperti hidrasi, adanya luka, atau penggunaan krim dapat mempengaruhi serapan senyawa melalui kulit. Bentuk sediaan (tablet, kapsul, larutan) dan adanya adjuvant dalam formulasi dapat mempengaruhi efisiensi serapan. Makanan atau obat lain yang dikonsumsi bersamaan dapat mempengaruhi serapan senyawa, baik dengan meningkatkan atau menghambat penyerapan.

Dari tabel 1. Prediksi ADME dapat diketahui bahwa, senyawa 2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-; Carotol; Caryophyllene; ç-Elementene; Propane, 1,1,3-triethoxy- dan Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)- dapat diserap oleh tubuh, senyawa ini berfungsi sebagai anti tumor, analgesik, anti bakteri, dan anti-inflamasi. Senyawa Z,Z-2,5-Pentadecadien-1-ol; Apiol; E-2-Tetradecen-1-ol; 7-Methyl-Tetradecen-1-ol acetate; (3-Methoxy-2-nitrophenyl)acetic acid, methyl ester dan á-D Mannofuranoside, farnesyl dapat diserap oleh tubuh. Senyawa 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol dapat diserap oleh tubuh, senyawa ini berfungsi sebagai antimikroba dan anti-inflamasi. Senyawa n-Hexadecanoic acid dapat diserap oleh tubuh, senyawa ini berfungsi sebagai antioksidan, hiperkolesterolemia dan antiandrogenik.

Senyawa Phytol dapat diserap oleh tubuh, senyawa ini berfungsi sebagai antimikroba, anti-inflamasi, antikanker dan diuretik. Senyawa 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- dapat diserap oleh tubuh, senyawa ini berfungsi sebagai pencegah kanker, anti jerawat, penghambat reduktase 5-Alpha Anti Androgen, dan Antihistamin. Senyawa 9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z)- dapat di serap oleh tubuh, senyawa ini berfungsi sebagai Hepatoprotektif. Senyawa 1,4- Dioxaspiro[4.5]deca ne, 8-(methylthio)-dapat diserap oleh tubuh, senyawa ini berfungsi sebagai anti mikroba. Senyawa 6,9,12,15-Docosatetra- enoic acid, methyl ester dapat diserap oleh tubuh, senyawa ini berfungsi sebagai pelindung kardio dan hipokolesterolemia. Senyawa 3-Hydroxy-4-methoxycinnamic acid dapat diserap oleh tubuh, senyawa ini berfungsi sebagai antimikroba, anti inflamasi dan antioksidan. Senyawa Campesterol, Stigmasterol, dan á-Sitosterol dapat diserap oleh tubuh, senyawa ini dapat digunakan sebagai Antiasma, Hipokolesterolemia dan pencegahan kanker. Senyawa 1-Hexadecanol, 2- methyl dan 10-Undecenoic acid, octyl ester tidak dapat di serap oleh tubuh.

SIMPULAN

Serapan senyawa pada tubuh adalah proses kompleks yang melibatkan berbagai mekanisme dan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Berdasarkan hasil penelitian tentang menganalisis potensi serapan kandungan senyawa dalam tumbuhan Sirih Cina (*Peperomia pellucida*) terhadap tubuh secara In Silico, terdapat 23 senyawa yang dapat diserap oleh tubuh, dan 2 senyawa yang tidak dapat diserap oleh tubuh. Senyawa yang terkandung dalam sirih cina berfungsi, antara lain sebagai anti kanker, antimikroba, anti-inflamasi, antioksidan, hiperkolesterolemia, antiandrogenik, diuretik, Antihistamin, Hepatoprotektif, pelindung kardio, hipokolesterolemia dan Antiasma.

DAFTAR RUJUKAN

- Aziba PI, Adedeji A, Ekor M dan Adeyemi O, 2001. Aktivitas analgesik bagian areal *Peperomia pellucida* pada mencit. *Fitoterapia*, 72: 57-58.
- Brunton, L. L., Hilal-Dandan, R., & Knollmann, B. C. (2018). *Goodman & Gilman's: The Pharmacological Basis of Therapeutics*. McGraw-Hill Education.
- Ghani A, 1998. Tanaman obat Bangladesh, Asiatic Society of Bangladesh, 77-78.
- Imansyah, M. Z. (2022). Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Sirih Cina (*Peperomia pellucida* L.) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*. *Jurnal Kesehatan Yamas Makassar*, 6(1), 40-47.
- Karomah, S. (2019). Uji Ekstrak Tumbuhan Sirih Cina (*Peperomia pellucida* L.) Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Khan MR, dan Omoloso AD, 2002. Aktivitas antibakteri *Hygrophila stricta* dan *Peperomia pellucida*. *Fitoterapia*, 73: 251-254.
- Nelson, D. L., Cox, M. M. (2017). *Lehninger Principles of Biochemistry*. W. H. Freeman and Company.
- Rang, H. P., Dale, M. M., & Ritter, J. M. (2012). *Rang & Dale's Pharmacology*. Elsevier Health Sciences.
- Sambara, J., Yuliani, N. N., & Emerensiana, M. Y. (2016). Pemanfaatan tanaman obat tradisional oleh masyarakat kelurahan merdeka Kecamatan Kupang Timur. *Jurnal Info Kesehatan*, 14(1), 1112-1125.
- Togelang, A., Simbala, H. E., & Abdullah, S. S. (2023). The Toxicity Test of The Extract of Pepper Elder (*Peperomia pellucida* L. Kunth) Using Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *PHARMACON*, 12(3), 268-275.
- Xu S, Li N, Ning MM, Zhou Ch, Yang QR dan Wang MW, 2006. Senyawa bioaktif dari *Peperomia pellucida*. *J.Nat. Prod.*, 69 : 247-250.