

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

Eva Nurul Malahayati, Marinda Sari Sofiyana

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Islam Balitar

Email: eva.malahayati@yahoo.co.id

Abstrak

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

Kata kunci:

kualitas air lindi,
TPA sampah

PENDAHULUAN

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

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

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

Diterima:

29 Agustus 2018

Dipresentasikan:

22 September 2018

Disetujui Terbit:

21 Desember 2018

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

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

METODE

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



Gambar 1 Titik pengambilan sampel.

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

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

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

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

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

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

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

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

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

Parameter pH Air

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

Parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Parameter BOD digunakan untuk mengetahui jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan buangan organik di dalam air (Warhadana 2004; Pelczar & Chan 2005; Adnani 2011). Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan buangan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecil sisa oksigen terlarut, maka kandungan bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi.

Berdasarkan hasil pengukuran (Tabel 1), nilai BOD air lindi aktif (320,9 mg/L) lebih besar dibandingkan dengan nilai BOD air lindi pasif (135,7 mg/L) dan juga berada di atas nilai BOD standar baku mutu air lindi (150 mg/L). Perbedaan ini disebabkan perbedaan umur landfill dan komposisi sampah pada zona aktif dan pasif. Besarnya nilai BOD pada air lindi aktif menunjukkan tingginya zat organik dalam air lindi sehingga membutuhkan oksigen terlarut dalam proses dekomposisinya. Nilai BOD ini lebih kecil dibandingkan dengan nilai BOD TPA Benowo Surabaya (Ali *et al.* 2018). Perbedaan ini disebabkan karena jumlah penduduk Kota Surabaya lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah penduduk Kota Blitar.

Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi (Metcalf & Eddy 2003; Ginting 2007). Hasil pengukuran COD (Tabel 1) air lindi aktif (1130 mg/L) dan COD air lindi pasif (342,8 mg/L) menunjukkan nilai COD di atas nilai baku mutu air lindi (300 mg/L). Bahkan nilai COD air lindi aktif empat kali lebih besar dibandingkan nilai baku mutu COD. Pada air lindi pasif, walaupun nilai COD lebih rendah dibandingkan dengan nilai COD air lindi aktif, nilai tersebut masih di atas nilai baku mutu. Jika dibandingkan dengan nilai COD air TPA Jatibarang Semarang (Rezagama *et al.* 2016), TPA Sarimukti Bandung (Rezagama & Notodarmojo 2012) terdapat rentang nilai COD. Hal ini mungkin disebabkan karakteristik sampah organik

masyarakat Indonesia yang cenderung sama serta curah hujan, suhu yang relatif hampir mirip.

Nilai COD yang sangat tinggi berasal dari senyawa organik dalam air lindi yang sulit diuraikan oleh mikroba pada proses dekomposisi sampah (Rezagama *et al.* 2016). Nilai COD yang tinggi berbahaya bagi lingkungan karena dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut dalam air (Tchobanoglous *et al.* 2003). Tingginya nilai COD pada air lindi aktif menunjukkan perlu adanya upaya pengendalian agar kandungan COD dalam air lindi tidak tinggi. Salah satunya dengan cara metode koagulasi – *biofilter anaerobik* (Ganefati & Susanto 2008) atau koagulasi-flokuasi kimia (Rui *et al.* 2012; Rezagama *et al.* 2016). Sedangkan pada lindi pasif, timbulan sampah pada zona pasif dapat dikurangi dengan mengubah sampah menjadi sesuatu yang bermanfaat seperti bahan baku RDF bahan baku *RDF (Refuse Derived Fuel)* (Chiemchaisri *et al.* 2010; Genti *et al.* 2010; Hutabarat *et al.* 2018).

Parameter TSS (*Total Suspended Solid*)

Total Suspended Solid (TSS) atau total padatan tersuspensi adalah jumlah berbagai macam zat padat dari total padatan yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimum 2,0 µm dan dapat mengendap (Stone & Droppo 1994). Hasil pengukuran TSS di TPA sampah Ngegong menunjukkan bahwa TSS air lindi aktif (77,7 mg/L) lebih besar 75,9% lebih tinggi dibandingkan TSS air lindi pasif (153.6 mg/L). Nilai TSS air lindi aktif juga berada di atas nilai baku mutu air lindi (100 mg/L). Nilai TSS yang tinggi akan menghambat penetrasi cahaya ke dalam air dan mengganggu aktivitas fotosintesis fitoplankton (Effendi 2003).

SIMPULAN

Kesimpulan dari analisis parameter pada air lindi aktif dan pasif di TPA Sampah Ngegong, adalah nilai parameter air lindi aktif (BOD, COD, dan TSS) lebih besar dibandingkan dengan lindi pasif. Nilai pH air lindi aktif (8,6) dan pH air lindi pasif (8,4) berada dalam standar baku mutu. Nilai parameter BOD (320,9 mg/L), COD (1130 mg/L), TSS (153,6 mg/L) air lindi aktif melebihi standar baku mutu, sedangkan parameter air lindi pasif yang melebihi standar baku mutu adalah parameter COD (342,8 mg/L).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana atas anggaran Hibah Penelitian Program Desentralisasi yaitu Penelitian Dosen Pemula dari Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi SK Nomor 0045/E3/LL/2018. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Islam Balitar, Dinas Lingkungan Hidup Kota Blitar, Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta I, serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Adnani H. 2011. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Yogyakarta: Penerbit Nuha Medika.
- Afdal, Sari RN. 2016. *Karakteristik lindi dari Tempat PEmbuangan Sampah (TPA) Air Dingin, Kota Padang, Sumatera Barat*. Prosiding Fisika dan Aplikasinya (SNFA) Pascasarjana Ilmu Fisika, Universitas Sebelas Maret Surakarta. 8-13.

- Arum AR, Rahardjo M, Yunita NA. 2017. Analisis hubungan penyebaran lindi TPA Sumurbatu terhadap kualitas air tanah di Kelurahan Sumurbatu Kecamatan Bantar Gebang Bekasi Tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 5 (5).
- Barus TA. 2004. Faktor-faktor lingkungan abiotik dan keanekaragaman plankton sebagai indicator kualitas perairan Danau Toba. *Manusia dan lingkungan* 6 (2): 64-72.
- Bitton G. 1994. *Wastewater Microbiology*. New York: Willey-Llss. Inc.
- Breisha GZ, Winter J. 2010. Bio-removal of nitrogen from wastewater - a review. *Journal of American Science* 6 (12): 508-522.
- Chena YC, Chen KS, Wu CH. 2003. Numerical Simulation of Gas Flow Around a Passive Vent In a Sanitary Landfill. *Journal of Hazardous Materials* 100: 39–52.
- Christensen TH, Kjeldsen P, Bjerg PL, Jensen DL, Christensen JB, Baun A, Albrechtsen HJ, Heron G. 2001. Review: biogeochemistry of landfill leachate plumes. *App Geochem* 16: 660 - 718.
- Chiemchaisri C, Charnnok B, Visvanathan C. 2010. Recovery of plastic wastes from dumpsite as refuse-derived fuel and its in small gasification system. *Bioresourc Technology* 1012 (5): 1522-1527.
- Das S, Bhattacharyya BK. 2015. Optimization of municipal solid waste collection and transportation routes. *Waste Management* 43: 9–18.
- Damanhuri E, Ismaria R, Padmi T. 2006. *Pengoperasian dan Pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sistem Controlled Landfill dan Sanitary Landfill*. Bandung: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung.
- Dhokhikah Y, Trihadiningrum Y, Sunaryo S. 2015. Community participation in household solid waste reduction in Surabaya, Indonesia. *Resources, Conservation and Recycling* 102: 153-162.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Ganefati SP, Susanto P. 2008. Pengolahan lindi (*leachate*) dengan model *coagulation – biofilter unaerobic*. *J. Tek. Ling* 9 (2): 191-196.
- Gaol ML, Warmadewanthi IDAA. 2017. Prediksi dampak lingkungan pengelolaan sampah di TPA Jabon, Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS* 6 (2): 462-467.
- Gentil EC, Damgaard A, Hauschild M, Finnveden G. 2010. Models for waste life cycle assessment: Review of technical assumption. *Journal of Waste Management* 30: 2636-2648.
- Ginting P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: Yrama Widya.
- Hutabarat IN, Priyambaga IB, Samudro G, Lokahita B, Syafrudin, Wardhana IW, Hadiwidodo. 2018. Potensi material sampah *Combustible* pada zona pasif TPA JAtibarang Semarang sebagai bahan baku *RDF (Refuse, Derived Fuel)*. *Jurnal Teknik Mesin* 7 (1): 24-28.
- Irhamni, Pandia S, Purba E, Hasan W. 2017. *Kandungan Logam Berat pada Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota Banda Aceh*. Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) di Unsyiah Banda Aceh, A19-A22.

- Kasam. 2011. Analisis resiko lingkungan pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah (studi kasus: TPA Piyungan Bantul). *J Sains dan Teknologi Lingkungan* 3 (1): 19-30.
- Killingstad IAW, Widdowson MA, Smith RL. 2002. Modelling enhanced in situ denitrification in groundwater. *Journal of Environmental Engineering Division* 128 (6): 491-504.
- Kjeldsen PI, Barlaz MA, Rooker AP, Baun A, Ledin A, Christensen TH, 2002. Present and longterm composition of MSW landfill leachate: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 32 (4): 297-336.
- Kurniawati A, Nugroho AS, KAswinarni F. 2015. Dampak lindi TPA Jatibarang terhadap keanekaragaman dan kelimpahan plankton di perairan Sungai Kreo Kota Semarang. Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS, 708-713.
- Lee S, Maken S, Jang JH, Park K, Park JW. 2006. Development of physicochemical nitrogen removal process for high strength industrial wastewater. *Journal of Water Research* 40 (5): 975-980.
- Li W, Zhou Q, Zhang S, Li F. 2010. Treatment of stabilized landfill leachate by the combined process of coagulation/flocculation and powder activated carbon adsorption. *Desalination* 264: 56-62.
- Lombardi F, Costa G, Sirini P. 2017. Analysis of the role of the sanitary landfill in waste management strategies based upon a review of lab teaching tests and new tools to evaluate leachate production. *Rev. Ambient. Água* 12 (4): 543-555.
- Mangimbulude JC, VAn Straalen NM, Rölling WFM. 2012. Microbial nitrogen transformation potensial in surface runoff leachate from tropical landfill. *Waste Management* 32: 77-87.
- Metcalf, Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, 4th*. New York: McGraw Hill Book Co.
- Nazhary R, Warih K. 2014. Studi perencanaan TPA Masukau dengan sistem *sanitary landfill* di Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan. *Media Tekni Sipil* 12 (1): 71-79.
- Novitasari E, Da Cunha ED, Wulandari CD. 2016. Pemanfaatan lindi sebagai bahan EM4 dalam proses pengomposan. Prosiding Temu Ilmiah IPLBI. 115-120.
- Prinanda AD, Istirokhatun T, Praharyawan S. 2017 Pemanfaatan air lindi TPA Jatibarang sebagai media alternatif kultivasi mikroalga untuk perolehan lipid. *J. Teknik Lingkungan* 6 (1): 1-15.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016, tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah.
- Pelczar MJ, Chan ECS. *Dasar-Dasar Mikrobiologi, Edisi 2*. Terjemahan dari: *Elements of Microbiology*. Hadjoetomo RS, editor. Jakarta: UI Press.
- Purwanti H. 2004. Kajian dampak saluran lindi terhadap lingkungan ditinjau dari aspek pengoperasian TPA Galuga. *J. Teknologi* 1 (25): 57-69.
- Rahmawati A, Azizah R. 2005. Perbedaan kadar BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform pada air limbah sebelum dan sesudah pengolahan di RSUD Nganjuk. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 2 (1): 97-110.

- Renou S, Givaudan JG, Poulain S, Dirassouyan F, Moulin P. 2008. Landfill leachate treatment : Review and opportunity. *Journal of Hazardous Materials* 150: 68-493.
- Rezagama A, Hadiwidodo M, Purwoto P, Ramadhani NF, Yustika M. 2016. Penyisihan limbah organik air lindi TPA Jatibarang menggunakan koagulasi-flokulasi kimia. *Teknik* 37 (2): 78-83.
- Rui LM, Daud Z, Latif AAA. 2012. Treatment of leachate by coagulation-flocculation using different coagulants and polymers: A review. *Internationa; Advanced Science Engineering Information Technology* 2 (2): 1-4.
- Saniy TH, Sudarno, Purwoto. 2017. Pengolahan lindi menggunakan metode koagulasi flokulasi dengan biokoagulan kitosan dari limbah cangkang udang dan metode ozonasi. *Jurnal Teknik Lingkungan* 6 (1): 1-11.
- Slmanjuntak M. 2009. Hubungan factor lingkungan kimia, fisika terhadap distribusi plankton di perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *J. Fish. Sci.* 11 (1): 31-45.
- Sudiro, Hidayat N. 2012. Penerapan sistem *sanitary landfill* di TPA Tlekung Kota Batu. *J. Spectra* 10 (20): 67-73.
- Sukarni S. 2016. *Exploring the potential of municipal solid waste (MSW) as solid fuel for energy generation: case study in the Malang City*. Proseeding *International Mechanical Engineering and Engineering Education Conferences (IMEEEEC)*. 1-7.
- Susanti EY, Adhi S, Manar DG. 2016. Analisis faktor penghambat kebijakan *sanitary landfill* di TPA Jatibarang Semarang sesuai dengan Undang-Undang No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. *J. Social Science and Political Science*: 1-13.
- Susanto PJ, Ganefati PS, Muryani S, Istiqomah HS. 2004. Pengolahan lindi Pengolahan Lindi (Leachate) dari TPA dengan Menggunakan Sistem Koagulasi – *Biofilter Anaerobic*. *Jurnal Tek.Ling - P3TL – BPPT* 5: 167-173.
- Stone M, Droppo IG. 1994. In-channel surficial fine-grained sediment laminae (Part II): chemical characteristics and implications for contaminant transport by fluvial sediments. *Hydrological Processes* 8 (2): 113-124.
- Oka Suyasa IP, PARwata IGN. 2017. Tinjauan yuridis pemanfaatan lahan Desa Suwung KAuh sebagai Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Suwung. *Kertha Negara* 5 (5): 1-15.
- Thanh NP, Matsui Y, Ngan NVC, Trung NH, Vinh TQ, Yen NTH. 2009. GIS application for estimating the current status and improvement on municipal solid waste collection and transport system: case study at Can Tho City, Vietnam. *As. J. Energy Env* 10 (2): 108-121.
- Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil SA. 1993. *Integrated Solid Waste Management Engineerng Principles and Management Issues*. New York : McGraw-Hill.
- Tchobanoglous G, Franklin L, Burton H, Stensel D. 2003. *Wastewater Engineering (Treatment Disposal Reuse)*. New York: McGraw-Hill.
- Tchobanoglous, G., Franklin, L. Burton, H., and Stensel, D . (2003). *Wastewater Engineering (Treatment Disposal Reuse)*. Metcalf & Eddy, Inc. (4th ed.). McGraw-Hill Book Company. U.S.A.
- Yao P. 2013. Perspective on technology for landfill age on municipal leachate composition. *Bioreour. Technol.* 99: 5981-5985.

- Torobi PMI, Manuputty CN, Mangimbulude JC. 2015. *Pengurangan ammonium (NH₄) dan materi organik (COD) pada lindi TPA melalui system sinambung anaerob dan aerob kultur-alga*. Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS. 873-877.
- Warhadana AW. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI.
- Yatim EN, Mukhlis. 2013. Pengaruh lindi (leachate) sampah terhadap air sumur penduduk sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Air Dingin. *J. Kes. Masy* 7(21): 54-59.