



PAJANAN LOGAM BERAT (Pb) PADA SEDIMEN ALIRAN SUNGAI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA)

M. Choiroel Anwar^{*)}; Hari Rudijanto I.W ; Tri Cahyono

*Jurusan Kesehatan Lingkungan; Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang;
Jl.Raya Baturaden KM 12 Purwokerto; Indonesia*

Abstrak

TPA Kaliori yang merupakan pengganti dari TPA Gunung Tugel di Kabupaten Banyumas. Tujuan penelitian untuk mengetahui pajanan logam berat pada sedimen aliran sungai tempat pembuangan akhir. Jenis penelitian observasional dengan rancangan *cross sectional study*. Populasi penelitian Lindi, badan air, air sumur dan darah. Pengambilan sampel dilakukan dua kali yaitu pada tanggal 16 dan 19 Oktober 2018. Parameter pencemaran yang diteliti pH, suhu air, TDS, kekeruhan, warna dan Pb. Alat yang di gunakan yaitu pH meter, termometer, TDS dan untuk pengujian kandungan timbal (Pb), BOD dan COD dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Kabupaten Purbalingga serta laboratorium Prodia untuk mengukur kadar Pb di darah. Hasil penelitian didapatkan rerata hasil Pb pada IPAL yaitu 0,260 mg/l. Rerata hasil Pb dalam badan air/ saluran terbuka yaitu 0,204 mg/l. Rerata hasil Pb dalam air sumur 1 dengan jarak 100 m adalah 0,061 mg/l, sumur 2 dengan jarak 135 m adalah 0,052 mg/l dan sumur 3 dengan jarak 120 m adalah 0,047 mg/l. Rerata hasil Pb dalam darah manusia 5,6 µg/dL dari empat responden dengan jarak rumah yang berbeda. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kadar Pb pada IPAL dan Badan air melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu 0,1 mg/l dan dari tingkat pajanan pencemaran sudah berada dalam darah manusia. Dari hasil penelitian ini dapat kami sarankan untuk dilakukan perbaikan pada tempat pengolahan Lindi.

Kata kunci: *Darah; Kesehatan Lingkungan; Leacite Badan Air; Pb; Sumber Air.*

Abstract

The Kaliori Landfill, which is a replacement for TPA Gunung Tugel in Banyumas Regency. Type of research is an observational study with a cross sectional study design. The study population was leachate, body of water, well water and blood. Sampling was carried out twice namely on 16 and 19 October 2018 at the Kaliori TPA Kec. Kalibagor Kab. Banyumas Samples Pollution parameters studied measurement of pH, water temperature, TDS, turbidity, color. The tools used are pH meters, thermometers, TDS and for testing the content of lead (Pb), BOD and COD at the UPTD Health Laboratory in Purbalingga Regency. The results showed that the average Pb results in WWTP were 0.260 mg/l. The mean Pb results in the body of water/open channels are 0.204 mg/l. The average yield of Pb in well water 1 with a distance of 100m is 0.061 mg/l, well 2 with a distance of 135m is 0.052 mg/l and well 3 with a distance of 120 m is 0.047 mg/l. The average yield of Pb in human blood is 5.6 µg/dL from four respondents with different home distances. From the results of the examination, Pb levels in WWTP and water bodies were exceeding the specified quality standard, which was 0.1 mg/l and from the level of exposure to pollution already in human blood.

Keywords: *Blood; Environmental Healt; Leacite Water Body; Pb; Water Source*

1. Pendahuluan

Sekitar tahun 2010, TPA Gunung Tugel di Kecamatan Purwokerto Selatan ditutup karena dianggap sudah tidak memungkinkan lagi untuk menampung

sampah dari kota Purwokerto dan sekitarnya, sehingga Pemerintah Daerah Kabupaten Banyumas melalui Dinas Lingkungan Hidup (DLH) mencari alternatif lain pengganti TPA Gunung Tugel yaitu di daerah Kaliori Kabupaten Banyumas. TPA Kaliori yang berlokasi di

^{*)}M. Choiroel Anwar
E-mail: choirul1960@gmail.com

Desa Kaliori Kecamatan Kalibagor Kabupaten Banyumas mempunyai lahan seluas 7600 m², namun hanya 3500 m², yang digunakan sebagai tempat pembuangan akhir (TPA). (Dinas TPA Kaliori, 2016). Pengelolaan TPA Kaliori dilaksanakan oleh Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang (DCKTR) Kabupaten Banyumas.

Sebanyak 80 truk sampah masuk ke Tempat Pembuangan Akhir dan Tiap truk mengangkut setidaknya lima meter kubik. Artinya, tiap hari, TPA Kaliori menampung sekitar 400 kubik sampah. Kondisi demikian menyebabkan penampungan pun kelebihan beban dan kekurangan tempat. Tempat yang mestinya steril dari timbunan sampah pun menjadi penampungan, termasuk area Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) yang kini tertimbun ratusan kubik sampah. IPAL kehilangan fungsinya. Air yang mestinya tersaring sebelum keluar kawasan TPA tetap berwarna keruh dan berbau serta air juga merembes masuk ke sumur dan lahan pertanian

Warga sekitar berdemonstrasi dengan membentangkan spanduk dan poster berisi tuntutan meminta pengelola TPA memperbaiki pengelolaan sampah agar tak berakibat fatal bagi warga. Beberapa warga lainnya menuntut agar pengelola TPA mengganti untung kerugian yang dialami petani yang gagal panen akibat pencemaran yang masuk ke lahan pertanian dan sumber air bersih. Warga juga meminta agar pengiriman sampah dihentikan sampai IPAL berfungsi.

Sampah yang dibuang ke TPA Kaliori sebagian besar adalah sampah organik (70%) dan sisanya adalah plastik, logam dan kertas. Proses dekomposisi sampah dihasilkan dua fraksi besar yaitu fraksi organik dan fraksi anorganik. Fraksi anorganik ini mengandung berbagai mineral, diantaranya logam-logam berat. Logam berat timbal dan kadmium yang terdapat di dalam sampah akan terdekomposisi dan larut bersama terbentuknya lindi. Semua hasil dekomposisi ini membentuk satu kesatuan dengan tanah (*Health Research Board*, 2003).

Proses pengangkutan bahan pencemar diantaranya adalah dengan

pengaliran, peresapan, dan pelumeran dan air lindi membawa material tersuspensi serta terlarut yang merupakan hasil dari degradasi sampah. (*Health Research Board*, 2003). Air lindi biasanya mengandung senyawa-senyawa organik (hidrokarbon, asam humat, fulfat, tanah dan galat) dan anorganik (natrium, kalium, magnesium, fosfat, sulfat dan senyawa logam berat) yang tinggi. (Parsons, 2002).

Logam berat yang sering ditemukan dalam air lindi adalah arsen, besi, kadmium, kromium, merkuri, nikel, seng, tembaga dan timbal (A.Langmore, 1998). Timbal dan kadmium merupakan mineral yang tergolong mikroelemen, merupakan logam berat dan berpotensi menjadi bahan toksik. Jika terakumulatif dalam tubuh, maka berpotensi menjadi bahan toksik pada makhluk hidup. Masuknya unsur Pb dan Cd ke dalam tubuh makhluk hidup dapat melalui saluran pencernaan (gastrointestinal), saluran pernafasan (inhalasi) dan penetrasi melalui kulit (topikal) (Sudarwin, 2008).

Berdasarkan uraian di atas dapat dikatakan bahwa lingkungan TPA sampah berisiko tinggi terhadap pencemaran berbagai polutan termasuk juga adanya kandungan logam berat (Pb) yang ada dalam sampah di TPA di kota Purwokerto Kabupaten Banyumas.

Tujuan penelitian untuk mengukur kadar Pb pada lindi di TPA, pada aliran saluran terbuka, pada air sumur gali, pada darah atau jaringan tubuh penduduk dan Menganalisis perbedaan kadar timbal (Pb) pada lindi dengan kadar timbal (Pb) pada air sumur gali penduduk, aliran air pada badan air, jaringan tubuh penduduk serta menganalisis pajanan pencemaran logam berat Pb di TPA Kaliori Kabupaten Banyumas

2. Metode

Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian observasional dengan rancangan *cross sectional study*. Populasi adalah air lindi, aliran air saluran terbuka, air sumur dan darah masyarakat. Sesuai dengan tujuan riset yaitu menganalisis jalur pajanan logam berat (Pb) pada sedimen aliran sungai tempat pembuangan akhir (TPA) maka

pengambilan titik sampel dilakukan di tempat pembuangan lindi (kolam lindi), sedimen kolam lindi (lumpur), saluran terbuka dan air sumur gali penduduk serta kadar Pb dalam darah atau jaringan pada penduduk yang tinggal paling lama di sekitar wilayah TPA Kaliiori Kabupaten Banyumas.

Pengambilan setiap titik sampel dilakukan minimal tiga kali dengan rentang waktu yang berbeda dengan metode composite sampling. Diharapkan dengan waktu yang berbeda diperoleh hasil yang representatif mendekati teori simpul pencemaran logam berat (Pb) dalam air lindi.

Parameter yang diukur selain Pb juga meliputi volume sampah, pH air lindi dan air sumur gali, kadar TDS, suhu air dan derajat keasaman air. Analisis yang digunakan meliputi analisis univariat untuk masing-masing variabel. Analisis korelasi bivariat dengan menggunakan korelasi *Spearman dan Anova*, untuk mengetahui hubungan dan pengaruh antara masing-masing variabel bebas terhadap variabel tergantung.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan sampel dilakukan dua kali yaitu pada tanggal 16 dan 19 Oktober 2018 di TPA Kaliiori Kec. Kalibagor Kab. Banyumas. Analisa data yaitu data hasil pengujian akan dibandingkan dengan baku mutu menurut 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 dan Permenkes No. 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi. Sampling diambil pada bak penampung lindi TPA Kaliiori, Badan Air, dan sumur Terdekat TPA dengan jarak yang berbeda. Pemeriksaan pH dan suhu air, TDS, Kekeruhan, warna. Alat yang di gunakan yaitu pH meter, termometer, TDS dan untuk pengujian kandungan timbal (Pb), BOD dan COD dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Kabupaten Purbalingga.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Kadar Pb

Satuan	IPAL lindi	Sumur gali 1 (100 m)	Sumur Gali 2 (135 m)	Sumur Gali 3 (120 m)	Badan air
mg/l	0,252	0,055	0,053	0,052	0,091
mg/l	0,252	0,055	0,053	0,052	0,091
Rerata	0,260	0,061	0,052	0,047	0,204

Sumber : UPTD Laboratorium Kesehatan Kabupaten Purbalingga, 2018

Tabel 1 menunjukkan bahwa kelima titik sampel mengandung logam Pb. Kadar Pb paling tinggi terdapat pada IPAL dengan nilai 0,260 mg/l. Kadar Pb paling tinggi selanjutnya adalah sampel badan air dengan nilai 0,204 mg/l pada TPA Kaliiori. Kadar tersebut tidak memenuhi syarat baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/ Menlhk/ Setjen/ Kum.1/7/2016 yaitu 0,005 mg/l dan PP No.82/2001 yakni sebesar 0,1 mg/L. Sampel

Sumur gali 1, Sumur gali 2, dan Sumur gali 3 yang merupakan sampel air sumur yang terdekat dengan jarak yang berbeda mengandung Pb dengan kadar 0,061 mg/l, 0,052 mg/l, dan 0,047 mg/l. Menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017, bahwa kadar maksimum Pb yang diperbolehkan adalah 0,05 mg/l. Pada pemeriksaan sampel yang tidak memenuhi syarat baku mutu yaitu sumur gali 1 dan sumur gali 2 sedangkan pada sumur gali ke 3 memenuhi syarat.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Satuan	IPAL lindi (mg/l)	Sumur gali 1 (100 m)	Sumur Gali 2 (135 m)	Sumur Gali 3 (120 m)	Badan air	<i>P value</i>
mg/l	252	168	87	68	1093	0,093
mg/l	338	141	47	17	91	
Rerata	295	154	67	42	592	

Sumber : UPTD Laboratorium Kesehatan Kabupaten Purbalingga, 2018

Tabel 2 Hasil rerata pemeriksaan parameter COD di TPA Kaliori pada IPAL 295 mg/l, dan badan air lebih tinggi yaitu 592 mg/l. Hasil pemeriksaan parameter COD pada IPAL di TPA Kaliori memenuhi syarat 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 dengan kadar maksimum 300 mg/L sedangkan pada

badan air tidak memenuhi syarat. Hal ini disebabkan karena terjadinya intrusi air hujan pada lahan TPA pada malam hari yang melarutkan bahan organik pada timbunan sampah dan membawa bahan organik terlarut. Konsentrasi COD pada sampel air sumur gali 1, sumur gali 2, sumur gali 3 adalah 154 mg/l, 67 mg/l dan 42mg/l melebihi kadar maksimal yang telah ditentukan dalam Permenkes RI No.492 Tahun 2010 yaitu 12 mg/l. Dalam pemeriksaan ini kualitas air menurun atau telah tercemar

Tabel 3. Pemeriksaan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Satuan	IPAL lindi (mg/l)	Sumur gali 1 (100 m)	Sumur Gali 2 (135 m)	Sumur Gali 3 (120 m)	Badan air	<i>P value</i>
mg/l	650	326	224	6,5	2130	0,120
mg/l	6485	970	640	10,5	227	
Rerata	3567	648	432	8,5	1178	

Sumber : UPTD Laboratorium Kesehatan Kabupaten Purbalingga, 2018

Tabel 3 Hasil rerata pemeriksaan parameter BOD pada air lindi di TPA Kaliori pada IPAL 3567 mg/l, dan di badan air 1178 mg/l. Kadar BOD pada IPAL dan Badan air tidak memenuhi syarat 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 dengan kadar maksimum 150 mg/l dan BOD pada IPAL lindi di TPA Kaliori tidak memenuhi syarat dikarenakan longsor sampah yang menimbun

IPAL sehingga IPAL tidak berfungsi kembali yang menyebabkan lindi meluap ke badan air. Kadar BOD pada IPAL lindi dan badan air mengalami kenaikan disebabkan karena turunnya air hujan. Hujan dapat menyebabkan naiknya kadar BOD karena pada saat hujan debit air dan volume air akan naik serta akan meningkatkan kecepatan aliran air (Husein, 2012). Kadar BOD pada sampel air sumur gali 1, sumur gali 2, sumur gali 3 adalah 648 mg/l, 432 mg/l, 8,5 mg/l melebihi kadar maksimal yang telah ditentukan dalam Permenkes RI No.492 Tahun 2010 yaitu 6 mg/l. Dalam pemeriksaan ini kualitas air menurun atau telah tercemar.

Tabel 4. Pengukuran pH

	IPAL lindi	Sumur gali 1 (100 m)	Sumur Gali 2 (135 m)	Sumur Gali 3 (120 m)	Badan air	<i>P value</i>
	7,7	7,6	8	8,1	7,7	0,326
	8,1	7,9	7,9	8,3	8,1	
Rerata	7,9	7,7	7,9	8,2	7,9	

Sumber : Data Primer, 2018

Tabel 4 Hasil pemeriksaan parameter pH pada IPAL lindi dan badan Air di TPA Kaliori masih memenuhi syarat 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 dengan nilai pH 6,0-9,0 sedangkan pada sampel sumur gali 1, sumur gali 2, dan sumur gali 3 dengan pH 7,7, 7,9 dan 8,2. Menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017 kadar maksimum pH yang diperbolehkan adalah 6,5-8,5.

Tabel 5. Pengukuran Suhu

Satuan	IPAL lindi	Sumur gali 1 (100 m)	Sumur Gali 2 (135 m)	Sumur Gali 3 (120 m)	Badan air	<i>P value</i>
°C	31	29	29	28	28	0,251
°C	31	27	28	29	28	
Rerata	31	28	28	28	28	

Sumber : Data Primer, 2018

Tabel 5 Hasil rerata pengukuran suhu pada IPAL, sumur gali 1, sumur gali 2, sumur gali 3 dan badan air terlihat penyebaran suhu yang hampir merata sama, yaitu suhu berkisar antara 28-31°C. Peningkatan suhu dipengaruhi

oleh faktor penyinaran sinar matahari dan proses dekomposisi yang terjadi pada tiap titik sampel. Apabila dibandingkan dengan baku mutu air limbah menurut Permen LH No. 5 tahun 2014, maka suhu air lindi masih di bawah baku mutu (38 °C).

Tabel 6. Pengukuran Kekeruhan

Satuan	IPAL lindi	Sumur gali 1 (100 m)	Sumur Gali 2 (135 m)	Sumur Gali 3 (120 m)	Badan air	<i>P value</i>
NTU	361	44	17	5	167	0,068
NTU	190	24	6	4	128	
Rerata	275	34	11	4	147	

Sumber : Data Primer, 2018

Tabel 6 menunjukkan hasil pengukuran kekeruhan nilai rerata pada sampel IPAL adalah 275 NTU dan nilai rerata pada sumur gali 1 adalah 34 NTU, pada sumur gali 2 adalah 11 NTU dan nilai rerata untuk sumur 3 gali adalah 4 NTU, pada sampel badan air adalah 147 NTU dalam 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 baku mutu air lindi belum di tetapkan NTU. Pada sampel sumur gali 1 melebihi baku mutu yang ditetapkan Permenkes No. 32 Tahun 2017 adalah 25 NTU. Hal tersebut karena airnya sangat keruh sehingga kualitas airnya tidak memenuhi syarat dan tidak boleh dikonsumsi sebagai air minum.

Tabel 7. Pengukuran TDS

Satuan	IPAL lindi	Sumur gali 1 (100 m)	Sumur Gali 2 (135 m)	Sumur Gali 3 (120 m)	Badan air	<i>P value</i>
mg/l	1460	624	380	277	1360	0,081
mg/l	1277	614	390	260	1316	
Rerata	1368	619	385	268	1338	

Sumber : Data Primer, 2018

Tabel 7 Hasil rerata Pengukuran Nilai TDS pada IPAL lindi dan Badan air masih memenuhi syarat Baku mutu TDS untuk air lindi adalah 2000 mg/l sesuai dengan Permen LH-5/2014 mengenai baku mutu limbah yang belum ditetapkan. Nilai TDS sampel air sumur gali1, sumur gali 2, dan sumur gali 3 adalah 319

mg/l, 385 mg/l, 268 mg/l masih di bawah ambang batas maksimum yang diperbolehkan menurut baku mutu air Permenkes No. 32 Tahun 2017 yaitu 1000 mg/l. Dengan demikian, berdasarkan nilai TDS air sumur di sekitar lokasi TPA Kaliiori masih dapat digunakan keperluan higiene sanitasi.

Tabel 8. Pengukuran Warna

Satuan	IPAL lindi	Sumur gali 1 (100 m)	Sumur Gali 2 (135 m)	Sumur Gali 3 (120 m)	Badan air	<i>P value</i>
Pt-co	≥500	≥500	≤500	≤500	≥500	0,061
Pt-co	≥500	≥500	≤500	≤500	≥500	
Rerata	≥500	≤500	≤500	≥500	≥500	

Sumber : Data Primer, 2018

Tabel 8 Hasil pengukuran parameter warna pada IPAL lindi, sumur gali 1, sumur gali 2, sumur gali 3 dan Badan Air di TPA Kaliiori tidak memenuhi syarat sesuai dengan Permen LH No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air

Limbah dengan baku mutu yaitu 15 Pt-co. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan IPAL dan Badan air overrange/lebih dari 500 Pt-co dan pada sumur gali 1, sumur gali 2, sumur gali 3 underrange/dibawah 500 Pt-co.

Tabel 9. Tabel Kondisi Pb Pada Titik Simpul

	A Emisi →		B Ambien →			C Manusia →				<i>P value</i>
	IPAL	B.A	S1	S2	S3	R1	R2	R3	R4	
Rerata	0,260 mg/l	0,204 mg/l	0,061 mg/l	0,052 mg/l	0,047 mg/l	5,6 µg/dL				0,086

Sumber : Data Primer, 2018

Tabel 9 Kondisi Pb Pada Titik Simpul menunjukkan bahwa kadar pajanan Pb sudah berada pada simpul C yaitu manusia reratanya

adalah 5,6 µg/dL namun kadar Pb masih rendah atau belum mencapai 9 jadi belum ada dampak dari jalur pajanan Pb di TPA kaliiori karena Pb dapat melalui air minum, asap kendaraan bermotor, merokok dll.

4. Simpulan dan Saran

Rerata hasil Pb pada IPAL yaitu 0,260 mg/l. Rerata hasil Pb dalam badan air/ saluran terbuka yaitu 0,204 mg/l. Rerata hasil Pb dalam air sumur 1 dengan jarak 100m adalah 0,061 mg/l, sumur 2 dengan jarak 135m adalah 0,052 mg/l dan sumur 3 dengan jarak 120 m adalah 0,047 mg/l Rerata hasil Pb dalam darah manusia 5,6 µg/dL dari empat responden dengan jarak rumah yang berbeda.

Hasil pemeriksaan kadar Pb pada IPAL dan Badan air melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu 0,1 mg/l dan dari tingkat paparan pencemaran sudah berada dalam darah manusia. Saran untuk penelitian ini adalah perlu segera dilakukan perbaikan bak pengolahan lindi untuk mencegah bahaya pencemaran lebih jauh

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Poltekkes Kemenkes Semarang, yang telah banyak membantu dalam terlaksananya penelitian ini, rumah sakit dan puskesmas tempat penelitian, tim penyusun serta semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Achmadi, Umar Fahmi, Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah, Penerbit Buku Kompas, Jakarta, 2009.
- Alfonds Andrew Maramis, Agustinus Ignatius Kristijanto, Soenarto Notosoedarmo, Sebaran Logam Berat Dalam Sedimen Dan Hubungannya Dengan Parameter Fisik Dan Hidrologi Di Sungai Kreo Semarang, Seminar Nasional MIPA 2005, FMIPA - Universitas Indonesia Depok, Nopember 2005.
- Febriana, L. 2014 .Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. Jurnal Teknologi. Volume 7. Halaman 37
- Godt, J. F. Scheidig, C. Grosse-Siestrup, V. Esche, P. Brandenburg, A. Reich, and D. A. Groneberg, 2006. The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health. Journal Occupational Medicine and Toxicology. 1(22). University Press. Yogyakarta.
- Golder Associates (NZ) Ltd. (2002). Risk Assessment for Small Closed Landfills, Waste Mangement Institute New Zeland. Glenn W. Suter II; Rebecca A. Efrogmson; Bradley E. Sample; Daniel S. Jones. (2000). Ecological Risk Assessment for Contaminated Sites, LEWIS PUBLISHERS, Washington, D.C
- Magda, M. A. E, and I. A. Z. Gaber, 2015. Effect of landfill leachate on ground water quality: A case study in Egypt. Journal of Advanced Research. 6(6), pp. 576-584.
- Marzieh, S. Variation in soil heavy metal concentrations around and downstream of a municipal waste landfill. World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. 4 (2010) 1-6.
- Ogundiran, O. O. & T. A. Afolabi, 2008. Assessment of the physicochemical parameters and heavy metals toxicity of leachates from municipal solid waste open dumpsite. International Journal of Environmental Science and Technology. 5(2), pp. 243-250.
- Rakhmawati, E. A, Sunarto dan P. Setyono, 2016. Kajian Pengelolaan Air Lindi (Leachate) di Lingkungan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Surakarta Berbasis Kemanfaatan. Jurnal Ekosains. 7(4), pp. 8-15.
- SEPA. (2002). The Geological Barrier, Mineral Layer and the Leachate Sealing and Drainage System, Framework for Risk Assessment for Landfill Sites. U.S. EPA (Environmental Protection Agency). 1997.
- Soemarwoto, O. 2007. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Gadjah Mada
- Sudarmaji, Mukono, J., dan Corrie, I.P., 2006. Toksikologi logam berat B3 dan dampaknya terhadap kesehatan. Jurnal Kesehatan Lingkungan 2 (2): 129 - 142.
- Suhendrayatna. (2013). Merkuri: Bahaya, Sumber Pencemar, Dan Pengelolaannya di Lingkungan. Kampanye dan sosialisasi Dampak Merkuri Terhadap Lingkungan. Meulaboh, 9 Desember 2013
- Suyatmi dan S. A. Mulasari, 2015. Perbandingan Sistem Pengolahan Sampah di TPA Wukirsari Gunung Kidul dan TPA Banyuroto Kulon Progo. Kesmas Wigama. 1(1), pp. 7- 15. [16] Warsinah, Suheryanto dan Y. Windusari, 2015. Kajian Cemar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kompartemen di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinata
- Wardhayani, Sutji, Analisis Risiko Pencemaran Bahan Toksik Timbal (Pb) Pada Sapi Potong Di Tempat Pembuangan Akhir

(TPA) Sampah Jatibarang Semarang,
Semarang, 2006.
Palembang. Jurnal Penelitian Sains. 17(2), pp.
78-81