

ANALISIS POTENSI PENCEMARAN TIMBAL (Pb) PADA TANAH, AIR LINDI DAN AIR TANAH (SUMUR MONITORING) DI TPA PAKUSARI KABUPATEN JEMBER

Analysis of Potential Lead Pollution on Soil, Leachate and Ground Water (Monitoring Wells) in Pakusari Landfill Jember

Nindhianingtyas Widyasari, Anita Dewi Moelyaningrum, Rahayu Sri Pujiati
Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja
Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember (UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-mail: DPU@unej.ac.id

Abstrak

Sistem pengelolaan sampah di TPA Pakusari secara *controlled landfill*, dapat berpotensi mencemari air tanah karena sampah yang dibuang di TPA akan membusuk bersama dengan air hujan akan menghasilkan lindi. Kandungan Pb pada sampah dan lindi dapat dengan mudah menyebar mengikuti gerakan aliran air dalam tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui teknik operasional pengelolaan sampah, menganalisis volume dan karakteristik sampah serta menganalisis kadar timbal pada tanah, air lindi dan air tanah (sumur monitoring) di TPA Pakusari. Jenis penelitian ini adalah analisis deskriptif. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah observasi dan uji laboratorium. Hasil observasi menunjukkan bahwa teknik operasional pengelolaan sampah yang tidak sesuai dengan SNI 19-2454-2002 adalah tidak ada tahap pemilahan antara sampah organik dan anorganik sejak tahap pengumpulan. Untuk volume sampah yang dibuang di TPA sebesar 496,51 m³/hari dengan prosentase sampah organik (61,7%) dan sampah anorganik (38,3%). Rata-rata kadar Pb pada sampel tanah di TPA yaitu 7,174 ppm (< BML 50 ppm), rata-rata kadar Pb pada sampel air lindi yaitu 0,141 ppm (< BML 1 ppm) dan rata-rata kadar Pb pada air sumur monitoring yaitu 0,152 ppm (> BML 0,05 ppm). Kadar Pb pada air sumur monitoring melebihi BML, dimana air tersebut masih digunakan oleh masyarakat untuk aktifitas sehari-hari sehingga perlu adanya sosialisasi dan peringatan oleh dinas terkait kepada masyarakat sekitar untuk tidak lagi menggunakan air sumur monitoring untuk aktifitas sehari-hari

Kata Kunci: Timbal, *controlled landfill*, lindi, sumur monitoring.

Abstract

Waste management system in Pakusari landfill with controlled landfill, can potentially contaminate ground water because the waste disposed buried in landfill decompose with the rain water will produce leachate. Lead level of the waste and leachate can be easily spread following the flow of the water movement in the soil. The aim of research was to determine operational technique of waste management, analyze the volume and characteristic of waste and analyze lead level in soil, leachate and water monitoring wells at Pakusari landfill. This research is a descriptive analysis. The technique of data collecting of this research are observation and laboratory test. Observations indicate that the operational techniques of waste management that isn't in accordance with SNI 19-2454-2002 because no sorting phase between the organic and inorganic waste from the collection phase. The volume of waste in Pakusari landfill is 496,51 m³/day with characteristic of waste is organic waste (61,7%) and inorganic waste (38,3%). Laboratory test results showed that average of lead concentrations in soil at Pakusari landfill less than standard (20 ppm) is 7,174 ppm, the average lead concentrations in leachate less than standard (1 ppm) is 0,141 ppm and the average lead concentrations in water monitoring wells exceeded standard (0,05 ppm) is 0,152 ppm. Lead of concentrations in monitoring well exceeded standard but the water still used community for daily activities. So needed socialize and warning the surrounding community to not use water monitoring well for daily activities.

Keywords: Lead, *controlled landfill*, leachate, monitoring well.

Pendahuluan

Pertambahan penduduk yang meningkat seiring dengan segala aktivitas dan kegiatan di berbagai sektor mengakibatkan bertambahnya jenis dan kuantitas sampah di Kabupaten Jember sehingga akan menimbulkan

permasalahan apabila tidak diikuti dengan sistem pengelolaan sampah yang optimal. Berdasarkan data dari DPU Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Jember produksi sampah di Jember cenderung meningkat setiap tahun. Timbunan sampah pada tahun 2010 sebanyak 1.169.068 m³, dan tahun 2011 sebanyak 1.208.241 m³. Timbunan sampah yang dihasilkan di Kabupaten Jember

mencapai 3.287,51 m³/hari dengan komposisi sampah organik (81,9%), sampah non-organik (13,6%) dan sampah beracun (4,5%). Sampah non organik terdiri dari plastik (5,5%), karet (4,1%), besi (1,3%), kaca (1,2%), kain (1,5%) sedangkan sampah beracun terdiri dari baterai (0,5%), sampah medis (3%) dan sisa kemasan pestisida (1%) [1]. Timbunan sampah akan menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik.

TPA Pakusari merupakan salah satu TPA di Kabupaten Jember yang menerapkan sistem pengelolaan sampah secara *controlled landfill*. Sistem pengelolaan sampah secara *controlled landfill* adalah sistem pembuangan akhir sampah dengan cara menghampar sampah pada kavling yang telah disediakan setebal 60-100 cm yang dipadatkan dan kemudian ditutup dengan tanah setebal ± 40 cm [2]. Pencemaran sumber air oleh sampah terjadi karena sampah yang dibuang dengan cara *controlled landfill* dan tertimbun di TPA mengalami dekomposisi yang bersama air hujan menghasilkan cairan lindi (*leachate*) dan berpotensi mencemari air tanah di sekitar TPA [3]. Rembesan air yang disebut lindi atau *leachate* mengandung kotoran organik, nitrat, sulfat, klorida dan logam-logam berat dalam konsentrasi tinggi dan senyawa organik yang sangat berbahaya [5].

Hasil penelitian dari Pujiati dkk pada tahun 2006 menyebutkan bahwa kandungan logam berat pada sampah di TPA Pakusari cukup tinggi yaitu merkuri (Hg) sebesar 0,16 mg/l (ppm) dengan batas maksimum 0,0014 mg/l, kadmium (Cd) sebesar 14,08 mg/l (ppm) dengan batas maksimum 0,0100 mg/l, dan timbal (Pb) sebesar 129,32 mg/l (ppm) dengan batas maksimum 0,0405 mg/l (sesuai dengan SNI 06-2462-1991). Tingginya kadar timbal diperkirakan berasal dari sampah yang tercampur dalam tumpukan sampah di TPA Pakusari seperti baterai bekas, aki bekas, plastik pembungkus makanan, pembungkus rokok, sisa kemasan pestisida dan cat [5]. Jika sampah tercampur dan volume sampah di TPA Pakusari secara terus menerus semakin meningkat maka kandungan logam berat (seperti timbal) juga semakin tinggi, kemungkinan timbal tersebut akan terbawa dan terdekomposisi pada air lindi kemudian merembes mengikuti gerakan aliran air tanah.

Timbal (Pb) adalah salah satu logam yang bersifat toksik terhadap manusia, yang bisa berasal dari makanan, minuman atau melalui inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, kontak lewat kulit, kontak lewat mata dan parenatal. Jika terakumulatif dalam tubuh, maka berpotensi menjadi bahan toksik pada makhluk hidup [6]. Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan penulis diketahui bahwa terdapat lima sumur monitoring di TPA Pakusari yang berfungsi untuk memantau kemungkinan terjadinya pencemaran air lindi terhadap air tanah di sekitar TPA. Namun ternyata sumur monitoring ini juga digunakan warga dalam aktivitas sehari-hari, seperti MCK (Mandi, Cuci, Kakus) dan sebagai sumber air minum. Apabila air sumur monitoring mengandung Pb yang tinggi dan dikonsumsi makhluk hidup terutama manusia akan sangat berbahaya karena sifat timbal (Pb) yang *persisten* pada lingkungan dan toksisitas timbal (Pb) yang tinggi. Di dalam tubuh manusia, Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb) dan sebagian kecil Pb

diekskresikan lewat urine atau feses. Sebagian lain terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak dan rambut [6].

Berangkat dari pemikiran inilah maka penulis tertarik untuk menganalisis potensi pencemaran timbal (Pb) pada tanah, air lindi dan air tanah (air sumur monitoring) di TPA Pakusari Kabupaten Jember.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui teknik operasional pengelolaan sampah yang menjadi tanggung jawab Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya Kabupaten Jember; untuk menganalisis volume dan karakteristik sampah di TPA Pakusari Kabupaten Jember; dan untuk menganalisis kadar timbal (Pb) pada sumber pencemar yaitu tanah, kolam penampung air lindi dan air tanah (sumur monitoring) di TPA Pakusari Kabupaten Jember.

Metode Penelitian

Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Sampah yang telah mengalami dekomposisi menjadi tanah pada 6 kavling yang sudah digunakan
2. Lindi pada 3 kolam penampung air lindi
3. Air tanah (sumur monitoring) pada 5 sumur monitoring dengan jarak kurang dari 95 meter dari sumber pencemar

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu penelitian deskriptif. Untuk informasi tentang teknik operasional pengelolaan sampah di TPA Pakusari didapat dari hasil wawancara dengan koordinator TPA Pakusari, supir pengangkut sampah dan petugas pengumpul sampah yang ditemui di depo sampah.

Pengukuran yang dilakukan di lapangan adalah mengukur volume dan karakteristik sampah. Untuk mengukur volume sampah yang masuk di TPA Pakusari adalah dengan melakukan pengamatan selama 8 hari berturut-turut jumlah sampah yang diangkut dengan truk dan masuk di TPA Pakusari. Dengan melakukan pengamatan ini maka akan dapat diprediksi rata-rata volume sampah yang dihasilkan setiap hari. Sedangkan cara pengukuran karakteristik sampah (dalam %) berdasarkan SNI 19-3964-1995 yaitu dengan mengambil sampah secara acak di TPA dan mengumpulkannya ke dalam kotak pengukur (20cm x 20cm x 100 cm) kemudian dipilah sesuai dengan komponen komposisi sampah [7]. Komponen komposisi sampah dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Sampah X (dalam \%)} = \frac{\text{Berat X (kg)}}{\text{Berat total sampah}} \times 100 \%$$

Sampel tanah diambil pada masing-masing kavling pada 8 titik dengan kedalaman 0-25 cm, 40-60 cm dan 90-110 cm. Selanjutnya sampel tanah dengan kedalaman masing-masing kavling dikomposit untuk mendapatkan sampel yang mewakili. Pengambilan sampel air lindi menggunakan metode *grab sample* yaitu air limbah sesaat yang diambil pada satu waktu tertentu. Pengambilan sampel air lindi pada 1 titik di masing-masing kolam. Air tanah diambil pada 5 sumur monitoring dengan jarak kurang dari

95 meter dari sumber pencemar. Untuk pengujian timbal pada tanah, air lindi dan air sumur di laboratorium menggunakan metode AAS (*Athomyc Absorption Spectrofotometer*) yang dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Surabaya.

Analisis Data

Setelah data hasil wawancara, observasi dan hasil uji laboratorium mengenai kandungan timbal pada timbunan sampah, air lindi dan air sumur monitoring di TPA Pakusari Kabupaten Jember terkumpul maka data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik disertai dengan narasi sebagai penjelasan. Analisis data menggunakan analisis deskriptif yaitu menggambarkan hasil uji laboratorium terhadap kandungan timbal pada tanah, air lindi dan air tanah (sumur monitoring) TPA Pakusari Kabupaten Jember.

Hasil dan Pembahasan

Teknik Operasional Pengelolaan Sampah

Teknik operasional pengelolaan sampah yang dilaksanakan di Kota Jember dimulai dari timbunan sampah sampai dengan penyediaan pewadahan merupakan tanggungjawab masyarakat sebagai penghasil sampah. Tahap pengumpulan sampai tahap pemindahan, pengangkutan, penyediaan TPS, pengolahan, serta pembuangan akhir di TPA merupakan tanggungjawab pemerintah kota dalam hal ini Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Jember. Berikut ini merupakan teknik operasional pengelolaan sampah yang menjadi tanggungjawab DPU Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Jember.

1) Tahap Pengumpulan Sampah

Pola pengumpulan sampah di kota Jember menerapkan pola pengumpulan individual langsung dan tidak langsung. Pola pengumpulan individual langsung diterapkan pada pengumpulan sampah yang berasal dari beberapa perkantoran, pertokoan dan industri di Jember. Sampah yang berasal dari perkantoran, pertokoan dan industri seperti Bank Indonesia, Rumah Sakit dr. Soebandi, alun-alun dan pendopo, Alfa, Seger, Karisma, Pabrik Bobbin, Gudang Pakusari, DPU Bina Marga, Wina, Sari Utama, Tunggal Perkasa, Pocari Sweet, 509 Sukorejo, Roda Tiga dan Brigif (Kebonsari) langsung dikumpulkan oleh masing-masing tempat tersebut kemudian diangkut ke TPA Pakusari. Pola pengumpulan sampah secara tidak langsung yang berasal dari rumah tangga dimulai dari sampah tiap rumah dari masing-masing RW dikumpulkan dan diangkut dengan menggunakan gerobak sampah ke depo sampah kemudian dari depo tersebut didatangi oleh truk-truk yang telah disiapkan oleh TPA Pakusari untuk diangkut ke TPA.

2) Tahap Pemindahan Sampah

Pola pemindahan sampah oleh DPU Cipta Karya Kota Jember dilakukan secara manual yaitu memindahkan sampah dari tranfer depo ke kontainer dengan menggunakan keranjang bambu oleh petugas pemindah sampah. Sampah yang sudah terkumpul seharusnya segera diangkut ke TPA dan tidak boleh tertahan di sumber terlalu lama. Pada sampah hidup berbagai mikroorganisme penyebab penyakit

(bakteri patogen) dan juga serangga sebagai pemindah/penyebarkan penyakit^[8]. Jika petugas pemindah sampah setiap harinya harus kontak langsung dengan sampah disertai kurangnya kesadaran untuk menjaga kebersihan, maka dapat berisiko menderita gangguan kesehatan seperti diare, thypus, disentri dan gatal-gatal.

3) Tahap Pengangkutan Sampah

Pengangkutan sampah merupakan faktor yang perlu dilakukan sebagai upaya pemindahan sampah dari sumber agar tidak mengganggu lingkungan akibat pencemaran yang ditimbulkan dari proses pembusukannya. Jumlah periodisasi tergantung dari kondisi komposisi sampah^[9]. Semakin besar prosentase sampah organik, periodisasi pengangkutan maksimal sehari 1 kali (semakin kecil periodisasi pengangkutan). Pola pengangkutan sampah di Kota Jember saat ini menggunakan pola pengangkutan langsung dengan dump truk. Pengangkutan sampah dilakukan dengan ritasi 1-2 kali sehari kecuali pengangkutan sampah dari Pasar Tanjung yang terlampau banyak sehingga dilakukan ritasi 4 kali sehari.

4) Tahap Pemilahan dan Pengolahan Sampah

TPA merupakan lokasi pemilahan terakhir untuk sampah anorganik yang memiliki nilai ekonomi, khususnya untuk sampah-sampah yang diangkut dengan *dump truck*. Pelaksanaan penyortiran dilakukan secara manual dengan cara sampah yang akan dibuang di kavling timbunan sampah akan disortir terlebih dahulu oleh pemulung. Pada tahap pemilahan terakhir di TPA ternyata sampah masih tercampur antara sampah organik dan an organik. Sebenarnya sudah ada masyarakat yang melakukan pemisahan sampah sejak tahap timbunan sampah dengan menyediakan pewadahan sampah organik dan an organik, tetapi sampah tercampur lagi pada tahap pengumpulan dan pengangkutan sampah. Hal tersebut disebabkan karena memang belum tersedianya depo sampah dan alat pengangkut yang khusus untuk mengangkut masing-masing jenis sampah sehingga diperlukan penambahan penyekat pada truk untuk membedakan jenis sampah tersebut.

Pengolahan sampah meliputi pengomposan, insenerasi berwawasan lingkungan, daur ulang, pengurangan volume sampah dengan pemadatan atau pencacahan dan biogasifikasi (pemanfaatan energi hasil pengolahan sampah)^[9]. Untuk pengolahan sampah di TPA Pakusari yang masih berjalan sampai sekarang adalah pengolahan sampah medis dengan *incenerator*. Mekanisme pengolahan sampah medis adalah dengan dibakar pada *incenerator* dengan menggunakan tenaga listrik yang dioperasikan oleh 5 tenaga kerja bagian *incenerator*. Pembakaran sampah medis pada suhu 800°C dengan daya sebesar 500/220 watt satu kali operasi. Pembakaran sampah dengan menggunakan *incenerator* dilakukan satu minggu sekali karena menunggu sampah terkumpul banyak. Selain itu karena biaya operasional lebih mahal untuk penggunaan listrik jika dilakukan setiap hari.

5) Tahap Pembuangan Akhir

Sistem pembuangan akhir yang diterapkan di TPA Pakusari adalah *controlled landfill* yaitu metode pembuangan akhir dengan cara menghamparkan sampah pada kavling yang telah disediakan dengan ketebalan ± 60-100 cm kemudian dipadatkan dan ditutup dengan tanah

dengan ketebalan 40 cm. [2] Untuk pemerataan dan pemadatan sampah dilakukan dua kali setiap hari yaitu pagi hari pukul 09.00 WIB dan siang hari pukul 13.00 WIB dengan menggunakan alat berat *wheel loader* dan *excavator* sedangkan penutupan sampah dengan tanah uruk dilakukan satu kali setiap minggunya. Tanah uruk yang digunakan untuk menutup sampah yaitu sirtu (pasir dan batu).

Metode pembuangan akhir secara *controlled landfill* seharusnya dilengkapi dengan beberapa fasilitas diantaranya saluran drainase untuk mengendalikan air hujan, saluran pengumpul air lindi dan instalasi pengolahannya, pos pengendalian operasional, fasilitas pengendalian gas metan dan alat-alat berat. [10] Metode *controlled landfill* yang diterapkan di TPA Pakusari belum sesuai dengan pembuangan akhir yang benar. Misalnya untuk saluran drainase, pipa-pipa untuk menyalurkan air hujan dan air lindi banyak yang rusak dan berlubang sehingga hanya sedikit air lindi yang mampu mengalir ke bak penampung. Air lindi juga hanya ditampung di bak penampung tanpa dilakukan proses pengolahan.

Volume dan Karakteristik Sampah

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan selama 8 hari berturut-turut diketahui bahwa volume sampah rata-rata yang dibuang di TPA Pakusari sebesar 496,51 m³/hari dengan karakteristik sampah sebanyak 61,7 % sampah organik dan 38,3 % sampah an organik yang terdiri dari sampah plastik (19,1%), kertas (8,51%), kaca (6,31%) dan besi (4,26%). Jika diprediksikan pada 10 tahun mendatang jumlah timbulan sampah yang dibuang ke TPA Pakusari sebesar 1.812.261,5 m³. Jumlah tersebut diasumsikan jika seluruh timbulan sampah yang dihasilkan dibuang langsung ke TPA tanpa diadakan pengelolaan pada sumbernya terlebih dahulu. Oleh karena itu diperlukan armada pengangkutan dan petugas pengangkut yang lebih banyak lagi untuk melayani timbulan sampah yang dihasilkan di Kabupaten Jember agar dapat menampung kapasitas volume timbulan sampah yang semakin meningkat. Selain itu juga diperlukan adanya penambahan depo sampah dan area untuk pembuangan sampah. Penambahan sarana tersebut harus disesuaikan agar beban kerja petugas pengangkut sampah dapat disesuaikan dengan kebutuhan pelayanan.

Karakteristik sampah di Kabupaten Jember didominasi oleh sampah organik. Sampah organik dalam jumlah yang besar apabila tidak dikelola dengan benar akan membusuk sehingga akan menimbulkan bau, sebagai sarang lalat dan penyakit, timbul *leachate* dan sebagai sarang binatang pengerat. Komposisi sampah an organik yang relatif kecil juga perlu mendapatkan perhatian karena tidak seluruhnya dapat didaur ulang secara konvensional. Sampah kertas dapat didaur-ulang menjadi *recycled paper*. Plastik merupakan bahan yang tidak dapat didaur ulang secara alamiah seperti daun atau kertas. Keberadaannya di tanah akan dapat bertahan sampai 100 tahun tanpa merubah komponen aslinya. Adanya program penggunaan sampah kembali yang masih layak pakai juga dapat meminimalisasi timbulan sampah dan mengurangi beban lingkungan di TPA.

Kadar Timbal pada Tanah, Air Lindi dan Air Sumur Monitoring

a) Kadar Timbal pada Tanah

Pada tabel 4.1 merupakan hasil pengukuran kadar Pb pada 6 kavling yang sudah digunakan.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kadar Pb pada Tanah

No	Lokasi Penelitian	Kadar Pb pada Lapisan Tanah (ppm)			Rata-rata
		0-25 cm	40-60 cm	90-110 cm	
1	Kavling 3	8,97	8,82	9,83	9,21
2	Kavling 4	6	6,36	11,87	8,08
3	Kavling 5a	6,82	4,98	5,16	5,65
4	Kavling 5b	5,07	4,91	4,89	4,95
5	Kavling 6	8,26	8,06	6,76	7,69
6	Kavling 9	8,49	7,3	6,62	7,47
Rata-rata					7,17

Hasil pengukuran kadar Pb semua kavling yang sudah digunakan pada kedalaman tanah 0-25 cm, 40-60 cm dan 90-110 menunjukkan bahwa kadar Pb tanah masih dibawah baku mutu. Kadar Pb yang mengkontaminasi tanah pada konsentrasi lebih dari 20 ppm^{[11]-[12]}. Walaupun tanah pada kavling yang sudah digunakan di TPA Pakusari tidak terkategori tercemar, tetapi apabila pada waktu mendatang kavling tersebut diaktifkan lagi untuk pembuangan sampah dan terjadi secara terus menerus dalam jumlah yang besar maka kemungkinan dapat meningkatkan kadar timbal pada tanah.

Pada kavling 3 dan 4 kadar Pb cenderung mengalami peningkatan sesuai dengan kedalaman tanah. Hal tersebut dipengaruhi oleh umur timbulan sampah yang berbeda pada tiap kavling. Pada kavling 3 dan 4 sudah ditutup sejak tahun 1994 untuk pembuangan sampah. Selama kurun waktu kurang lebih 16 tahun kavling 3 dan 4 sudah tidak digunakan untuk pembuangan sampah. Semakin lama umur timbulan sampah kadar Pb akan mengikuti aliran air tanah dan kemungkinan tersimpan dalam lapisan tanah yang lebih dalam karena tanah pada lapisan tersebut memiliki tekstur yang lebih liat sehingga kemungkinan merembes ke arah horizontal lebih kecil.

Pada kavling 5a, 5b, 6 dan 9 kadar Pb cenderung mengalami penurunan sesuai dengan kedalaman tanah. Distribusi Pb dalam tanah berkorelasi dengan kedalaman yaitu akan menurun sesuai dengan kedalaman tanah^[13]. Hal tersebut disebabkan oleh terbentuknya ikatan Pb organik dalam tanah yang umumnya ditemukan pada lapisan atas tanah. Pori-pori tanah semakin dalam akan semakin kecil sehingga daya serap air yang membawa Pb juga semakin kecil^[14]. Pori-pori tanah pada permukaan lebih besar dibandingkan pori-pori tanah bagian dalam sehingga menyebabkan kapasitas permukaan tanah didalam menyerap timbal (Pb) tidak maksimum. Dengan demikian, timbal (Pb) akan cenderung terikat lebih sedikit pada lapisan tanah yang

lebih dalam karena tanah pada lapisan tersebut memiliki tekstur yang lebih liat, sehingga mempunyai kapasitas penyerapan yang lebih kecil.

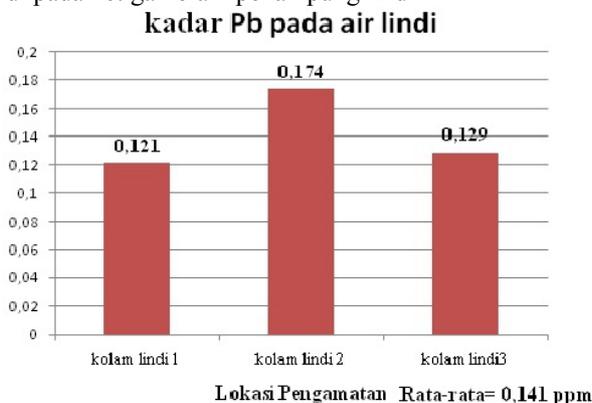
Kadar Pb dapat merembes menuju ke arah dan kedalaman manapun tergantung kontinuitas pori tanah. Kontinuitas pori tanah dapat dilihat dari jenis tanahnya. Jenis tanah di lokasi timbunan sampah dan tanah penutup sampah di TPA Pakusari adalah pasir kelanauan dengan porositas dan permeabilitas besar [15]. Jenis tanah pasir kelanauan merupakan tanah dengan tekstur halus, yang mempunyai ruang pori total lebih banyak dan mempunyai konduktivitas hidraulik yang tinggi sehingga gerakan air dalam tanah menjadi lebih cepat [16].

Hasil pengujian kadar timbal (Pb) pada 6 kavling yang bervariasi pada berbagai kedalaman tanah dapat dipengaruhi oleh berbagai hal. Ukuran diameter partikel dan porositas akan mempengaruhi mobilitas serta keberadaan kontaminan atau zat pencemar (*pollutan*) dalam tanah [13]. Penelitian di TPA South Dayton dan Moraine Ohio yang dilakukan oleh Ferron (2008) menyatakan bahwa tanah di sekitar TPA telah tercemar logam berat salah satunya yaitu timbal sebesar 12.100 ppm dengan batas maksimum 31,5 ppm [17]. Faktor lain yang juga dapat mempengaruhi perbedaan pendistribusian kadar timbal pada tanah adalah erosi tanah pada saat musim hujan terutama pada tanah yang miring, sehingga dapat menyebabkan hilangnya sebagian endapan logam yang telah terkandung pada lapisan tanah tersebut. Pada tanah yang miring air tanah akan mengalir dari dataran yang tinggi ke dataran yang lebih rendah.

Tanah adalah komponen padat yang dapat menerima pencemar baik pencemar jatuh dari udara maupun pencemar yang mengikuti aliran air. Disamping sebagai tempat untuk memproduksi hampir semua bahan pangan, tanah berfungsi sebagai reseptor sejumlah polutan yang dapat masuk melalui air, udara maupun masuk secara langsung ke dalam tanah [13]. Masuknya zat-zat pencemar ini menyebabkan susunan tanah mengalami perubahan sehingga mengganggu organisme yang hidup di dalam maupun pada permukaan tanah. Disamping itu, masuknya zat-zat pencemar ini ke dalam tanah seringkali memberi kontribusi terhadap pencemaran air tanah maupun air permukaan.

b) Kadar Timbal pada Air Lindi

Pada gambar 4.1 merupakan grafik kadar timbal (Pb) air lindi pada ketiga kolam penampung lindi



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Kadar Pb pada Air Lindi

Dengan membandingkan antara hasil analisis laboratorium dengan regulasi/ standar yang berlaku menurut SK Gub. Jatim No.45 tahun 2002 Lampiran II Golongan III tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau kegiatan lainnya di Jawa Timur yaitu sebesar 1 mg/l, maka kualitas air lindi dari ketiga kolam penampung lindi tidak melebihi baku mutu lingkungan [18]. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan diketahui bahwa konstruksi ketiga kolam penampung lindi sangat sederhana karena tidak ada lapisan beton yang kedap air untuk mengantisipasi merembesnya air lindi. Kualitas dan kuantitas air lindi dari dekomposisi sampah baru lebih banyak daripada sampah lama artinya semakin lama penimbunan kualitas dan kuantitas air lindi semakin sedikit [19]. Air lindi yang berasal dari dekomposisi sampah baru mempunyai warna yang lebih pekat dan kandungan bahan pencemar yang lebih tinggi daripada lindi yang berasal dari sampah lama. Hal tersebut yang menyebabkan tingginya kadar Pb pada kolam penampung lindi 2.

Apabila air lindi tidak segera diatasi, *landfill* yang dipenuhi air lindi dapat mencemari lingkungan, terutama air tanah dan air permukaan [3]. Sebelum dibuang ke lingkungan air lindi yang dihasilkan di TPA Pakusari tidak melalui pengolahan terlebih dahulu karena sistem pengolahan lindi di TPA Pakusari tidak dapat difungsikan. Air lindi hanya ditampung di kolam penampung lindi. Beberapa saluran air hujan dan lindi yang bocor dan rusak sehingga pengaliran air lindi ke kolam penampung lindi tidak maksimal. Air lindi mengalir ke kolam lindi mengikuti gerakan aliran dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Hardiyanti (2008) bahwa pengolahan air lindi di TPA Putri Cempo Surakarta yang tidak berfungsi dengan baik menyebabkan kualitas lindi buruk karena beberapa parameter seperti TDS, TSS, BOD, COD, logam berat (Fe, Mn, Pb, Zn, Cu, Ni) serta amoniak [20].

Selain karena IPLT yang tidak mampu difungsikan, kualitas air lindi juga dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti variasi dan proporsi komponen sampah yang ditimbun, musim dan curah hujan, umur timbunan sampah serta waktu dilakukannya sampling [21]. Musim penghujan akan mengakibatkan proses dekomposisi sampah akan menjadi lebih cepat dan produksi lindi lebih banyak. Sedangkan musim kemarau proses dekomposisi menjadi lambat dan produksi lindi lebih sedikit dibandingkan pada musim penghujan [3].

c) Kadar Timbal pada Air Tanah (Sumur Monitoring)

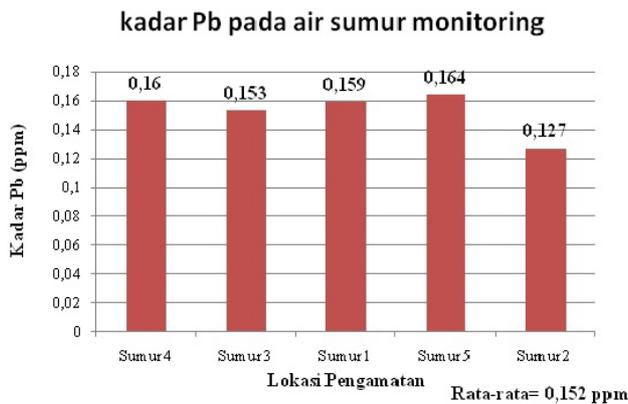
Terdapat 5 sumur monitoring di TPA Pakusari yang memiliki jarak kurang dari 95 meter dari sumber pencemar. Pada jarak kurang dari 95 meter dari TPA diduga dapat terjadi pencemaran kimiawi pada air sumur tersebut, karena batas maksimum pencemaran kimiawi air sumur adalah 95 meter dari tempat pembuangan bahan kimia [22]. Pada tabel 4.2 merupakan jarak titik pengambilan sampel dari sumber pencemar.

Tabel 4.2 Jarak Lokasi Pengambilan Sampel Dengan Sumber Pencemar

No	Lokasi	Sumber Pencemar	Jarak
1	Sumur monitoring 4	Kavling 4	0 meter

2	Sumur monitoring 3	Kavling 2	7 meter
3	Sumur monitoring 1	Kavling 1	12 meter
4	Sumur monitoring 5	Kolam Lindi 3	80 meter
5	Sumur monitoring 2	Kavling 3	90 meter

Berikut ini merupakan hasil pengujian kadar Pb pada air sumur monitoring.



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Kadar Pb pada Air Sumur Monitoring

Dari hasil pengujian sampel air sumur di laboratorium, kelima air sumur monitoring tersebut mengandung logam berat timbal yang melebihi baku mutu lingkungan menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/Menkes/PER/IX/1990 tentang persyaratan kualitas air bersih yaitu sebesar 0,05 mg/l^[23]. Sumur monitoring merupakan sumur yang digunakan untuk memantau/ memonitor muka dan mutu air bawah tanah dan air permukaan pada ekuifer tertentu^[24]. Berdasarkan hasil wawancara dengan koordinator TPA Pakusari, warga dan petugas TPA Pakusari serta pemulung memanfaatkan kelima sumur monitoring untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari sebagai sumber air minum dan MCK. Seharusnya sumur monitoring yang digunakan untuk memantau kualitas air tanah bukan sumur penduduk^[25]. Sumur monitoring seharusnya tidak boleh digunakan sebagai sumber air minum dan MCK karena kegunaannya memang untuk memantau kualitas air tanah di TPA. Ketika kualitas air di sumur monitoring buruk maka ada indikasi bahwa sumur penduduk yang paling dekat juga telah terkontaminasi oleh kadar Pb sehingga perlu dilakukan pemantauan kualitas air. Adanya peraturan dan sosialisasi yang tegas tentang pemanfaatan sumur monitoring oleh petugas TPA Pakusari diperlukan agar warga bisa mengonsumsi air yang terjamin kualitasnya.

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa kadar Pb tertinggi pada sumur 5 yang berjarak 80 meter dari kolam penampung lindi 3. Tingginya kadar Pb pada sumur monitoring 5 kemungkinan disebabkan karena adanya rembesan air lindi dari sumber pencemar terdekat yaitu kolam lindi 3, kavling 12 dan kavling 8. Kondisi ini didukung oleh konstruksi kolam penampung lindi yang masih sangat sederhana (berupa kolam tanpa pelapis yang kedap air) dan terbuka sehingga akan sangat mudah meresap ke lingkungan sekitar yang terlewati. Kondisi ini akan lebih parah jika terjadi pada musim hujan dimana debit air lindi menjadi besar sehingga bisa meluap keluar. Kavling 8 dan 12 merupakan area yang masih aktif digunakan untuk pembuangan sampah sampai saat ini.

Kualitas dan kuantitas air lindi dari dekomposisi sampah baru lebih banyak daripada sampah lama artinya semakin lama penimbunan maka kualitas dan kuantitas air lindi semakin sedikit^[19]. Sampah-sampah yang mengandung Pb seperti baterai, plastik, sisa kemasan pestisida, cat dan kabel listrik akan terdekomposisi bersama sampah organik akan merembes mengikuti gerakan air dalam tanah sehingga dapat mengontaminasi air di sumur monitoring 5.

Tingginya kadar Pb pada ke 5 sumur monitoring juga dipengaruhi oleh porositas dan permeabilitas. Berdasarkan penelitian Sulistyono (2000) jenis tanah di lokasi timbunan sampah dan tanah penutup sampah di TPA Pakusari adalah pasir kelanauan dengan porositas dan permeabilitas besar^[15]. Semakin tinggi nilai porositas dan permeabilitas maka semakin tinggi kecepatan aliran tanah dalam tanah. Sedangkan tanah aslinya adalah lempung kepasiran dengan permeabilitas cukup kecil. Jenis tanah lempung kepasiran merupakan lapisan yang kedap air dimana kemampuan meloloskan air cukup kecil. Walaupun kemampuan tanah untuk meloloskan air relatif kecil tetapi masih berpotensi mencemari air tanah karena dipengaruhi oleh curah hujan yang tinggi^[13]. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Tumanggor *et al*, (2012) bahwa adanya hasil yang bervariasi pada kandungan Pb air sumur disebabkan karena jenis tanah. Jenis tanah yang porositasnya bagus mungkin sebagai filterisasi maksimal terhadap berbagai kandungan berbagai bahan kimia^[26].

Terkontaminasinya sumber air oleh timbal yang terkandung dalam lindi yang konsentrasinya sangat tinggi akan menyebabkan terganggunya kehidupan manusia. Sumur monitoring yang berfungsi untuk memantau kemungkinan terjadinya pencemaran air lindi terhadap air tanah di sekitar TPA, malah digunakan oleh warga sekitar dalam aktivitas sehari-hari seperti MCK (mandi, cuci, kakus) dan sebagai sumber air minum. Timbal (Pb) adalah logam yang bersifat toksik terhadap manusia, yang bisa berasal dari tindakan mengonsumsi makanan, minuman, atau melalui inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, kontak lewat kulit, kontak lewat mata, dan lewat parenteral. Di dalam tubuh manusia, Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb) dan sebagian kecil Pb diekskresikan lewat urin atau feses karena sebagian terikat oleh protein, sedangkan sebagian lagi terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak dan rambut^[27].

Timbal merupakan logam berat yang bersifat toksik dalam konsentrasi rendah. Logam berat dapat terakumulasi pada tubuh manusia dan bersifat bioakumulasi, sehingga kadar Pb dalam tubuh manusia akan lebih tinggi dibandingkan dengan air sumur yang dikonsumsi oleh warga sekitar TPA Pakusari^[27]. Jika konsentrasi Pb pada tubuh manusia tinggi dapat mempendek umur sel darah merah hingga menderita anemia, menyebabkan gangguan metabolisme zat besi dan sintesis globin dalam sel darah merah, menghambat aktivitas berbagai enzim yang diperlukan untuk sintesis haem serta gangguan pada sistem pencernaan, ginjal dan sistem saraf pusat^[27]. Paparan Pb secara kronis bisa mengakibatkan kelelahan, kelesuan, gangguan iritabilitas, gangguan gastrointestinal, kehilangan libido, infertilitas pada laki-laki, gangguan menstruasi serta aborsi spontan pada wanita dan teratospermia^[27]. Hasil

penelitian Moelyaningrum (2009) paparan Pb dapat menyebabkan osteoporosis pada wanita^[28]. Pada aliran darah Pb yang diserap akan mengendap di tulang dan bergabung dengan matrik tulang. Penyimpanan Pb dalam tulang menyebabkan kenaikan katabolisme tulang yang memungkinkan dapat meningkatkan konsentrasi Pb dalam sirkulasi darah. Berbagai penyakit yang ditimbulkan oleh adanya proses pergantian tulang berkaitan dengan tingginya kadar Pb dalam darah seperti hipertiroidisme dan osteoporosis^[29].

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa :

1. Teknik operasional pengelolaan sampah yang tidak sesuai dengan SNI Nomor 19-2454-2002 yaitu tercampurnya sampah organik dan an organik karena tidak ada pemilahan sejak tahap pengumpulan
2. Volume sampah rata-rata yang masuk di TPA Pakusari sebesar 496,51 m³/hari dengan prosentase karakteristik sampah sebanyak 61,7 % sampah organik dan 38,3 % sampah an organik yang terdiri dari sampah plastik (19,1%), kertas (8,51%), kaca (6,31%) dan besi (4,26%).
3. Kadar timbal (Pb) tanah di TPA Pakusari tidak melebihi baku mutu menurut Alloway dan Davies (1995); kadar timbal (Pb) air lindi pada kolam penampung air lindi 1, 2 dan 3 tidak melebihi baku mutu menurut SK Gub.Jatim No. 45 Lampiran II dan kadar timbal (Pb) pada air sumur monitoring 1, 2, 3, 4 dan 5 melebihi baku mutu lingkungan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/MENKES/PerIX/1990

Saran

1. Bagi Pemerintah Daerah hendaknya merancang dan menerapkan peraturan terkait pengelolaan limbah perkotaan sesuai dengan SNI Nomor 19-2454-2004 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan yaitu menerapkan adanya pemisahan sampah organik dan sampah anorganik sejak ada pada sumber timbulan sampah
2. Bagi DPU Cipta Karya dan Kantor TPA Pakusari diperlukan adanya sosialisasi dan peringatan kepada masyarakat sekitar untuk tidak menggunakan sumur monitoring sebagai sumber air minum karena fungsi dari sumur monitoring hanya untuk memantau kualitas air tanah di TPA Pakusari.
3. Bagi Kantor Lingkungan Hidup (KLH) dan Dinas Kesehatan diperlukan pemantauan kualitas air lindi dan air sumur secara periodik misalnya 6 bulan sekali sehingga mampu mengontrol pencemaran khususnya pencemaran timbal (Pb).
4. Perlu penelitian lebih mendalam terhadap kadar logam berat lainnya seperti Hg, Cd dan Cr yang kemungkinan juga ada dalam tanah, air lindi dan air tanah di TPA Pakusari sehingga dapat diketahui parameter logam berat apa saja yang terkandung.

5. Perlu penelitian lebih mendalam terhadap kadar timbal (Pb) pada darah manusia yang mengonsumsi air sumur monitoring yang mengandung timbal (Pb)

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM, M.Kes. dan Ibu Rahayu Sri Pujiati, S.KM, M.Kes. yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dalam memberikan pengarahan dan saran hingga terselesaikannya jurnal ini dengan baik; Bapak Khoiron, S.KM., M.Sc. dan Bapak Erwan Widiyatmoko, S.T. terima kasih telah memberikan masukan untuk penulisan jurnal ini; Ibu Yuni dan Teknisi Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Surabaya yang telah membantu dalam pengujian kadar timbal; Ayahanda Sutrisno dan Ibunda Lilik Nuraini terima kasih atas do'a, dukungan, kasih sayang, semangat dan kesabarannya selama ini.

Daftar Pustaka

- [1] Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Jember. 2011. *Volume dan Komposisi Sampah di Kabupaten Jember tahun 2011*. Jember: DPU Cipta Karya dan Tata Ruang Jember.
- [2] Sarudji, D. 2010. *Kesehatan Lingkungan*. Bandung: Karya Putra Darwati
- [3] Tchobanoglous, G. 1993. *Integrated Solid Waste Management : Engineering Principles and Management Issues*. New York : McGraw-Hill, Inc.
- [4] Widiyatmoko, H & Moerdjoko, S. 2002. *Menghindari, Mengolah dan Menyingkirkan Sampah*. Jakarta: Abdi Tandung.
- [5] Pujiati, RS., Moelyaningrum, AD., Khoiron. 2006. *Kajian Potensi Sampah TPA Pakusari sebagai Bahan Kompos dan Briket. Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian Universitas Jember (Tidak Dipublikasikan).
- [6] Widowati, W., Sastiono, A., Jusuf, R. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [7] Badan Standardisasi Nasional. 1995. *SNI 19-3964-1995 Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*. Jakarta: Sekretariat Standardisasi Badan Litbang Kimpraswil.
- [8] Notoatmodjo, S. 2007. *Kesehatan Masyarakat Ilmu dan Seni*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [9] Badan Standardisasi Nasional. 2002. *SNI 19-2454-2002 Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Jakarta: Sekretariat Standardisasi Badan Litbang Kimpraswil.
- [10] Badan Standardisasi Nasional. 1997. *SNI 03-3241-1997 Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA*. Jakarta: Sekretariat Standardisasi Badan Litbang Kimpraswil.
- [11] Alloway, B.J. 1995. *Heavy Metals in Soils*. Blackie Academic and Professional, Chapman & Hall, edisi kedua.
- [12] Davies, B E. 1995. *Heavy Metals in Soil 2nd Edition*. United Kingdom: Chapman and Hall.

- [13]Notodarmojo, S. 2005. *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*. Bandung: Penerbit ITB.
- [14]Notohadiprawiro, T. 2006. *Tanah dan Lingkungan*. Jakarta: Direktorat Jendral Tinggi.
- [15]Sulistiyono, S., M. F, Ma'ruf., Arifin. 2000. *Sistem Pengelolaan Sampah dan Pengaruhnya terhadap Mutu Air Tanah di TPA Kertosari Kabupaten Jember*. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Jember (Tidak Dipublikasikan)
- [16]Foth, H. 1988. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [17]Ferron,PJ & Frey, RC. 2008. *South Dayton Dump & Landfill*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- [18]Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 Lampiran II Golongan III tentang *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Lainnya di Jawa Timur*.
- [19]Slamet, J.S. 1994. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- [20]Hardyanti, N & Huboyo, HS. 2008. *Evaluasi Instalasi Pengolahan Lindi Tempat Pembuangan Akhir Putri Cempo Kota Surakarta*. Jurnal [Serial Online]. <http://www.lingkungan.ft.undip.ac.id/> (26 November 2012
- [21]Damanhuri, E. 2008. *Diktat Landfilling Limbah Versi 2008* [Serial Online]. <http://html.itb.ac.id/wordpress/wp-content/uploads/2011/03/Bag7P-PenangananLindi.pdf> (11 Agustus 2012)
- [22]Asmadi & Suharno. 2012. *Dasar- Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- [23]Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/MENKES/PerIX/1990 tentang *Syarat-syarat Kesehatan dan Pengawasan Kualitas Air Bersih*.
- [24]Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 43 tahun 2008 Tentang *Air Tanah*.
- [25]Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 14 tahun 2006 tentang *Pedoman Pelaksanaan Program Adipura*
- [26]Tumanggor, W., Dharma, S., Marsaulina, I. 2012. *Analisis Kandungan Pb Pada Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar Tempat Penimbunan Limbah Padat Industri Timah Dari Daur Ulang Aki Bekas Desa Sei Rotan Kecamatan Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang*. Skripsi [Serial Online]. <http://jurnal.usu.ac.id> (20 Desember 2012).
- [27]Widowati, W., Sastiono, A., Jusuf, R. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [28]Moelyaningrum, AD. 2009. *Hubungan Kadar Timbal Darah Dengan Kejadian Osteoporosis Pada Wanita Post Menopause di Surabaya*. Surabaya: Universitas Airlangga [Tidak Dipublikasikan].
- [29]Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta