

PENGARUH SISTEM *OPEN DUMPING* DI LOKASI PEMBUANGAN AKHIR (LPA) TERHADAP KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA AIR TANAH DANGKAL DI SEKITARNYA (Studi Kasus LPA Air Dingin, Padang)

Puti Sri Komala, Budhi Primasari, Fitri Rivai

Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas

Fakultas Teknik Universitas Andalas

e-mail : putisrikomala@ft.unand.ac.id

ABSTRAK

Lokasi Pembuangan Akhir (LPA) sampah Air Dingin Kota Padang yang semula beroperasi menggunakan sistem sanitary landfill telah beralih kembali menggunakan sistem open dumping yang diperkirakan berpengaruh negatif terhadap air tanah di sekitarnya. Penelitian kualitas air tanah dilakukan di kawasan LPA Air Dingin dan air tanah dangkal di sekitarnya, kemudian hasilnya dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku. Konsentrasi logam berat Hg, Pb, Cr, Cu dan Zn di kawasan LPA Air Dingin ini berkisar 0,0004-0,0025 mg/l, 0-0,07 mg/l, 0,019-0,042 mg/l, 0-0,011 mg/l, dan 0,003-0,243 mg/l. Konsentrasi Hg melebihi baku mutu Permenkes No.416 di dua sumur, sedangkan logam berat Hg, Pb dan Zn melebihi baku mutu PP.RI.No.82 di empat sumur. Kandungan logam dipengaruhi oleh jarak terhadap lindi, nilai pH air tanah dan adanya sumber sampah yang masuk di sekitar sumur, sedangkan konstruksi sumur tidak berpengaruh signifikan. Sumur pada jarak 98 – 331 m dari LPA tidak memenuhi persyaratan kedua baku mutu, lebih besar dari jarak tersebut kandungan logam berat memenuhi baku mutu.

1. PENDAHULUAN

Sistem *open dumping* adalah suatu sistem pengelolaan sampah tanpa memperhatikan aspek kesehatan lingkungan dimana sampah dibiarkan terbuka dan menumpuk pada suatu lokasi pembuangan akhir (Damanhuri, 1995). Lokasi Pembuangan Akhir (LPA) Air Dingin Kota Padang yang beroperasi sejak tahun 1989 pada awalnya menggunakan sistem *open dumping* dalam menangani sampah di LPA, kemudian selama tahun 1993-1996 beralih menggunakan sistem *sanitary landfill*. Namun selanjutnya pada tahun 1996 sampai sekarang LPA Air Dingin ini kembali mengolah sampah secara *open dumping* karena alasan biaya. Suatu Lokasi Pembuangan Akhir (LPA) sampah yang telah dirancang sedemikian rupa untuk menampung dan mengolah sampah yang dihasilkan pada suatu kota dapat dengan mudah berubah menjadi *open dumping* bila pengelola LPA tidak secara konsekwen

menerapkan aturan-aturan yang berlaku. Akibat terburuk jika hal itu terjadi adalah pencemaran air tanah dan sumber air minum penduduk sekitarnya oleh air sampah (lindi) yang infiltrasi ke dalam tanah (Damanhuri, 1995).

Kualitas dari lindi sangat bervariasi dan berfluktuasi tergantung dari beberapa hal seperti variasi dan proporsi komponen sampah yang ditimbun, curah hujan dan musim, umur timbunan sampah, pola operasional yang dijalankan, dan waktu dilakukannya sampling (Tchobanoglous, 1993). Degradasi sampah yang terjadi selama pengoperasian LPA terdiri dari beberapa fase/tahap, dimana durasi untuk masing-masing fase ini tergantung kepada distribusi kandungan organik di *landfill*, ketersediaan nutrisi dan kelembaban sampah. Fase yang terjadi akan mempengaruhi kualitas lindi yang dihasilkan oleh suatu *landfill*. Kandungan

logam berat akan meningkat pada lindi saat mengalami fase asam, dimana pH rendah sehingga logam terlarut. Sebaliknya kandungan logam akan turun pada saat fase fermentasi dan maturasi, dimana nilai nilai pH meningkat atau mencapai netral.

Unsur pencemar yang masuk ke badan air yang berasal dari lindi akan memberikan dampak negatif terhadap kualitas di badan air tersebut. Berbagai macam pencemar tanah dan air tanah yang terdiri dari logam-logam, senyawa organik dan radionuklida yang toksik. Keberadaan logam berat dalam air tanah tergantung pada pH lingkungan sekitar tanah tersebut (Babitch dan Stotzky, 1978). pH merupakan faktor penting yang menentukan transformasi logam. Tanah di LPA Air Dingin adalah tanah alluvial yang memiliki nilai pH rendah dan kejenuhan basa rendah (Pusat Penelitian Tanah, 1984). Pada pH asam, logam berat mudah larut dalam air tanah, sehingga konsentrasi logam dalam air tanah dapat meningkat.

Penelitian Candrianto (2001) terhadap air sumur penduduk di sekitar lokasi LPA menunjukkan konsentrasi logam timbal (Pb) yang tidak memenuhi baku mutu menurut PERMENKES.RI No.1990. Penelitian Danhas (2003) terhadap badan air penerima menemukan konsentrasi logam berat tembaga (Cu) nilainya tidak memenuhi Baku Mutu Kelas II menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 sebesar 0,473 mg/l. Komala (2005) meneliti air sumur yang berjarak 300 m dari LPA mengandung timbal (Pb) yang tidak memenuhi baku mutu air minum menurut PERMENKES RI Tahun 1990, meskipun konsentrasi logam berat pada lindi berada di bawah baku mutu.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dilakukan penelitian studi kualitas air tanah dangkal di kawasan LPA terutama untuk parameter logam berat sebagai upaya pemantauan terhadap kualitas air tanah dangkal. Parameter yang diamati adalah logam berat Hg, Pb, Cr, Cu dan Zn serta parameter pendukung yang diperkirakan akan berpengaruh terhadap logam berat

seperti pH, DO dan temperatur, sedangkan parameter kekeruhan, alkalinitas, DHL, kesadahan dan warna untuk melihat kualitas air tanah dangkal secara keseluruhan. Parameter logam berat tersebut kemudian dibandingkan dengan baku mutu air minum Menkes RI No.416 dan PP. RI. No. 82 Tahun 2001 Kelas I. Selanjutnya dilihat pengaruh jarak lindi, konstruksi sumur serta parameter pendukung terhadap logam berat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di kawasan LPA Air Dingin Padang. Pengambilan sampling air tanah dangkal dilakukan menurut SNI 03-7016-2004 yaitu 12 minggu sekali selama tiga kali secara *grab*. Air tanah yang diambil berasal dari sumur dangkal penduduk yang berada di sekitar LPA.

Pengambilan titik sampling dibagi atas 3 kategori yaitu; sampling lindi di LPA, sampling sumur dangkal dan sumur kontrol. Sampling lindi diambil pada parit di lokasi lahan *open dumping*. Sampling sumur air tanah dangkal di kawasan LPA yang diwakili oleh 6 buah sumur (titik 1 sampai titik 6) serta sumur kontrol yang mewakili kondisi sumur yang tidak dipengaruhi oleh lindi (titik 7). Selain itu juga diamati konstruksi sumur, kedalaman konstruksi dan muka air sumur. Nilai konsentrasi yang dipergunakan adalah nilai rata-rata dari ketiga hasil sampling. Lokasi titik sampling air tanah dangkal dan sumur kontrol dapat dilihat pada Tabel 1. Lokasi titik sampling dapat dilihat pada Gambar 1.

Parameter yang langsung diukur di lapangan pH, DO dan temperatur, sedangkan pemeriksaan alkalinitas, kesadahan, BOD, COD, TSS, ammonia, nitrat, nitrit, pospat, sulfat, warna, DHL, kekeruhan, E-coli dan total coli, merkuri, tembaga, timbal, seng, kromium dan besi dilakukan di laboratorium. Metode analisis yang digunakan untuk pemeriksaan parameter alkalinitas, kesadahan, BOD dan COD dilakukan dengan metode titrimetri,

TSS dengan gravimetri, ammonia, nitrat dan nitrit dengan metode kolorimetri, pospat, sulfat dan warna dengan metode spektrofotometri, kekeruhan dengan turbidimetri, E-coli dan total coli dengan pembiakan tabung ganda, logam berat merkuri, tembaga, timbal, seng, kromium dan besi dengan AAS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan lindi dan sumur dangkal berdasarkan parameter serta perbandingannya dengan baku mutu akan dijelaskan berikut ini.

Tabel-1 Titik Sampling Kawasan LPA Air Dingin

Titik	Jarak	Konstruksi	Kedalaman (m)	
			Konstruksi	Muka Air
1	98 m barat laut	Tanah, sumur terbuka.	5	4
2	216 m tenggara	Beton	3	2
3	258 m selatan	Beton	8	5
4	285 m barat daya	Beton, sudah retak.	7	.4,5
5	292 m barat laut	Beton	6	.3,5
6	331 m barat daya	Batu bata.	7	4,5
7	480 m barat laut	Batu bata.	4	.3,5



Gambar-1. Lokasi Titik Sampling

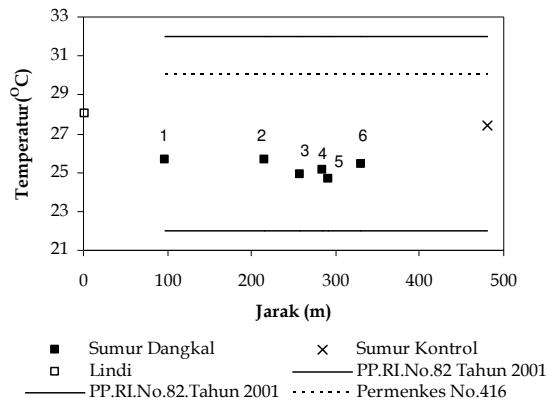
Keterangan :

- | | | | |
|--------------|-----------------|-------------------------|------------------------|
| BATAS AREA | SAWAH | A POS JAGA | F KOLAM 1 (ANAEROB) |
| JALAN UTAMA | TUMPUKAN SAMPAH | B TIMBANGAN | G KOLAM 2 (FAKULTATIF) |
| SUNGAI | TITIK SAMPLING | C GUDANG KOMPOS | H KOLAM 3 (MATURASI) |
| GARIS KONTUR | | D LOS KOMPOS | |
| | | E TEMPAT CUCI KENDARAAN | |

3.1. Parameter dalam Air Tanah Dangkal

3.1.1. Temperatur

Temperatur air tanah rata-rata pada penelitian ini berkisar antara 24,7°C sampai 25,7°C lebih rendah dibandingkan temperatur lindi (28°C) dan temperatur air tanah kontrol (27,4°C), seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar-2. Temperatur di kawasan LPA

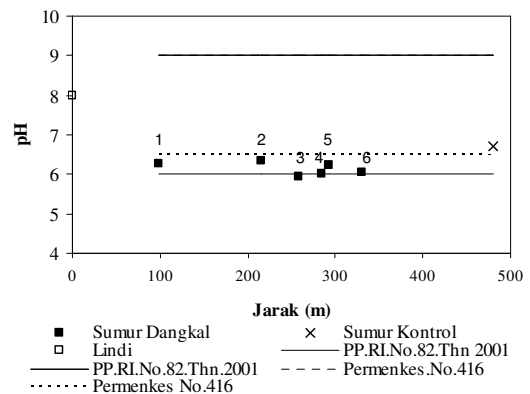
Temperatur di kawasan LPA Air Dingin berdasarkan Permenkes No.416 dan PP.RI.No.82 Tahun 2001 masih memenuhi baku mutu. Dari gambar terlihat bahwa jarak lindi terhadap air tanah dangkal tidak mempengaruhi temperatur. Nilai temperatur lebih dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel dan keadaan sumur. Perbedaan temperatur pada masing-masing sumur tidak terlalu signifikan. Pada sumur yang terbuka, temperatur cenderung tinggi seperti pada sumur 1 (98 m), sumur 2 (216 m) dan sumur 4 (285 m).

3.1.2. pH

Nilai pH rata-rata pada sumur dangkal cenderung asam, yaitu berkisar antara 5,94-6,35 begitu juga pH sumur kontrol yaitu 6,72, sedangkan pH lindi bersifat basa, yaitu 8,06. Gambar 3 memperlihatkan pH pada seluruh titik sampling.

Berdasarkan Permenkes No.416 Baku Mutu Air Sumur, nilai pH di semua titik tidak memenuhi baku mutu, sedangkan menurut PP.RI.No.82 Tahun 2001, kecuali titik 3

(258 m) sebagian besar sumur masih memenuhi baku mutu.



Gambar-3. pH di kawasan LPA

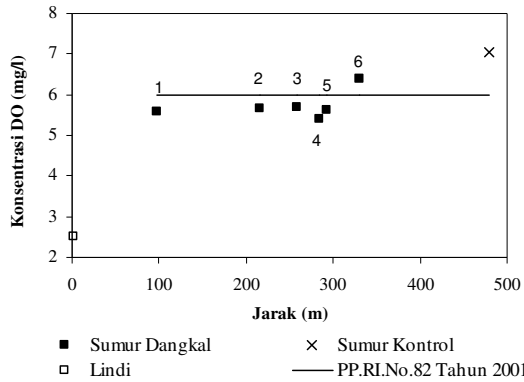
pH lindi dipengaruhi oleh komposisi sampah serta fase perkembangan LPA (Tchobanoglous, 1993). Jika dilihat dari nilai pH lindi dan air tanah dangkal yang berbeda, maka nilai pH air tanah di kawasan LPA Air Dingin lebih dipengaruhi oleh kondisi alamiah air tanah, dimana karakteristik tanah aluvial memiliki pH tanah rendah (Pusat Penelitian Tanah, 1984), sehingga pH air tanah bersifat asam. Hal ini juga dikemukakan pada penelitian Zulfahmi, dimana nilai pH pada sumur yang letaknya tak jauh dari LPA Air Dingin dalam kondisi asam yang berkisar antara 4,95-5,98.

3.1.3. DO (oksigen terlarut)

Jika dibandingkan dengan kadar DO pada lindi (2,5 mg/l), maka kandungan DO rata-rata pada sumur dangkal lebih besar yaitu 5,4-6,39 mg/l dan sumur kontrol (7,05 mg/l), seperti yang terlihat pada Gambar 4. Dari seluruh sumur hanya sumur 6 yang memenuhi baku mutu Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001.

Semakin jauh jarak lokasi sumur terhadap lindi, konsentrasi DO semakin meningkat, terlihat dari peningkatan konsentrasi DO yang signifikan pada sumur 6 (331 m). Pada sumur 4 terjadi penurunan DO yang signifikan, karena pada sumur 4 dekat dengan sumber sampah baru yang berjarak

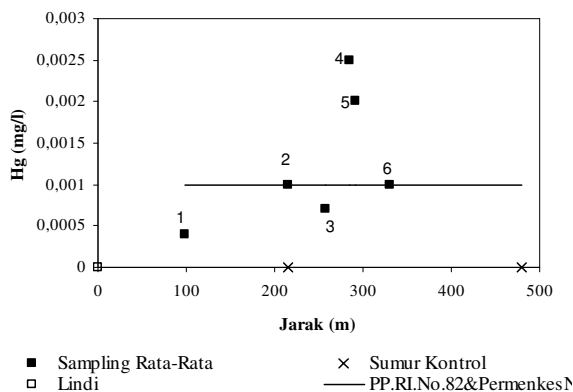
20 m. Adanya senyawa organik pada lindi yang jaraknya cukup dekat dari sumur akan menurunkan konsentrasi oksigen terlarut dalam air sumur.



Gambar-4 Konsentrasi DO di kawasan LPA

3.1.4. Merkuri (Hg)

Konsentrasi merkuri baik pada lindi maupun sumur kontrol tidak terdeteksi, sedangkan konsentrasi merkuri (Hg) di kawasan LPA Air Dingin berkisar 0,0004-0,0025 mg/l. Gambar 5 menunjukkan kandungan logam merkuri di sebagian sumur yang berada di kawasan LPA masih memenuhi baku mutu Permenkes No.416 dan PP.RI.No.82 Tahun 2001, kecuali sumur 4 dan sumur 5.



Gambar-5 Konsentrasi Merkuri (Hg) di kawasan LPA

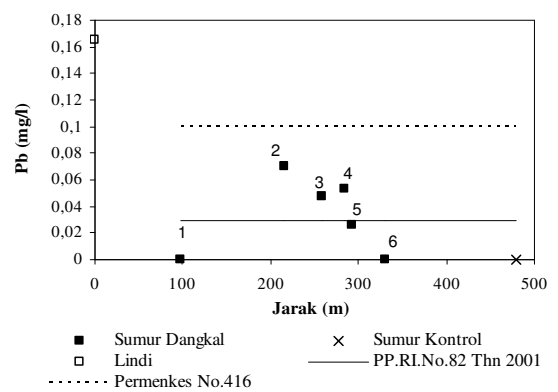
Gambar 5 memperlihatkan bahwa konsentrasi merkuri selain dipengaruhi oleh jarak dari sumber lindi, juga oleh pH sumur dangkal. Merkuri dipengaruhi oleh pH. Pada pH asam, merkuri dapat larut dengan mudah. Pada pH basa, merkuri dapat

mengendap atau sedikit larut. Merkuri dapat larut dalam air dalam bentuk $HgO_{(s)}$, Hg^+ , $Hg(II)$, metil merkuri (CH_3Hg^+) dan dimetil merkuri ($(CH_3)_2Hg$). $HgO_{(s)}$. Senyawa dan unsur-unsur tersebut dapat mengendap pada $pH > 8$ (Fardiaz, 1992).

Tidak terdeteksinya merkuri pada lindi, karena pH lindi termasuk basa yaitu 8,06. Pada pH tersebut lindi dapat mengendap, sedangkan pada sumur dangkal dimana pH pada masing-masing sumur berada dalam kondisi asam, merkuri larut dalam air. Peningkatan konsentrasi merkuri secara signifikan pada sumur 4 maupun sumur 5 diperkirakan karena masuknya sumber sampah baru yang mengandung baterai dan logam berat lainnya yang mengandung merkuri.

3.1.5. Timbal (Pb)

Konsentrasi logam timbal di lindi adalah 0,17 mg/l, sedikit lebih tinggi dibandingkan kandungan logam timbal (Pb) rata-rata dalam air tanah yaitu 0-0,07 mg/l, sedangkan pada sumur kontrol tidak terdeteksi. Secara keseluruhan konsentrasi timbal pada lindi dan sumur dangkal dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar-6 Konsentrasi Timbal (Pb) di kawasan LPA

Berdasarkan Permenkes No.416, konsentrasi timbal seluruh sampel baik lindi maupun sumur dangkal masih memenuhi baku mutu, tetapi menurut PP RI. No. 82 Tahun 2001 kelas 1 sumur 2 (216 m), sumur 3 (258 m) dan sumur 4 (285 m) tidak

memenuhi baku mutu. Sebaliknya konsentrasi logam berat timbal pada sumur kontrol tidak terdeteksi. Hal ini dapat diakibatkan karena pH pada sumur kontrol 6,72. Pada $\text{pH} < 6$ timbal dapat membentuk senyawa PbCO_3 yang dapat mengendap (Vogel, 1985).

Dari gambar dapat dilihat bahwa makin jauh jarak sumur terhadap lindi maka konsentrasi timbal akan turun. Namun konsentrasi timbal pada sumur 1 (98 m) tidak terdeteksi, sedangkan pada sumur lain logam masih terdeteksi. Hal ini juga diperlihatkan pada penelitian Candrianto (2001) bahwa logam Pb ditemukan dengan konsentrasi yang berkisar antara 0-0,27 mg/l.

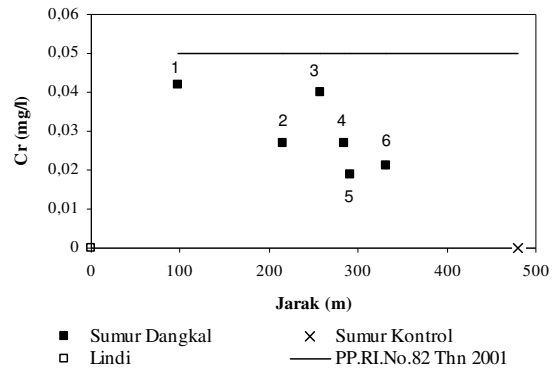
Timbal dapat membentuk senyawa PbCO_3 yang akan mengendap pada $\text{pH} > 6$ (Evanko dan Dzomback, 1997), dan membentuk PbO , Pb(OH)_2 , PbSO_4 yang akan mengendap pada pH 8-13 (Vogel 1995). Selain itu, kebanyakan timbal yang terlepas ke lingkungan tersimpan di tanah. Proses utama sampainya timbal di tanah mencakup penyerapan (sorpsi), pertukaran ion, reaksi yang sangat cepat dan kompleksasi dengan bahan-bahan organik (Evanko dan Dzomback, 1997). Selain itu juga keberadaan timbal juga dipengaruhi oleh masuknya sampah baru sehingga akan menyebabkan perubahan pH terjadinya presipitasi, pengenceran, oksidasi atau reduksi, sorpsi, pertukaran ion serta reaksi dengan zat-zat organik.

3.1.6. Kromium (Cr)

Konsentrasi logam kromium (Cr) pada sumur dangkal di kawasan LPA berkisar antara 0,019-0,042 mg/l, namun pada lindi dan sumur kontrol tidak terdeteksi, seperti yang terlihat pada Gambar 7.

Konsentrasi kromium keenam sumur berdasarkan peraturan PP.RI.No.82 Tahun 2001 dan Permenkes No.416 masih memenuhi baku mutu. Rendahnya konsentrasi logam kromium di lindi diperkirakan karena pada pH 8,06 kromium

mengendap. Pada sumur titik kontrol konsentrasi kromium tidak terdeteksi dimana pH tanah kontrol adalah 6,72. Kromium kompleks (Cr(IV)) seperti ion dikromat dan dikromat yang larut dan tidak dapat di adsorpsi oleh tanah dapat merembes ke dalam tanah kemudian menuju ke air tanah (Evanko dan Dzomback, 1997). Perembesan ini tergantung kepada pH tanah. Pada larutan netral (atau basa) Cr (VI) akan stabil dan mudah mengendap (Vogel, 1985). Selain itu juga penyebaran kromium pada air tanah tergantung kepada karakteristik sorpsi dari tanah, termasuk kandungan tanah liat, oksida besi, dan jumlah zat organik yang ada (Evanko dan Dzomback 1997).



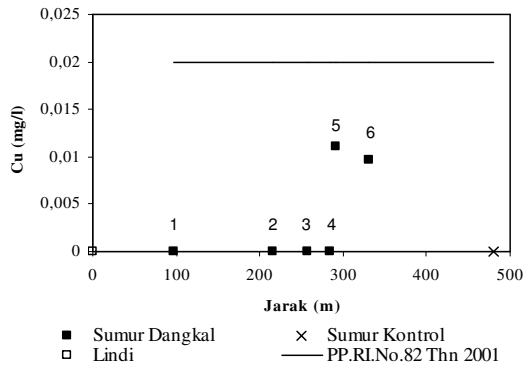
Gambar-7 Konsentrasi Kromium (Cr) di kawasan LPA

Semakin jauh dari lindi konsentrasi kromium semakin rendah. Pada sumur 3 (258 m), konsentrasi kromium meningkat secara signifikan. Variasi kromium ini terjadi, diperkirakan karena pH sumur yang bervariasi pula namun masih berada pada kondisi asam, sehingga pada kondisi ini kromium dapat larut dalam air.

3.1.7. Tembaga (Cu)

Hanya beberapa sumur dangkal di kawasan LPA Air Dingin yang mengandung konsentrasi logam berat tembaga (Cu) dengan kisaran antara 0-0,011 mg/l, sedangkan di lindi dan sumur kontrol tidak terdeteksi adanya tembaga. Konsentrasi

kromium pada lindi dan kawasan LPA dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar-8 Konsentrasi Tembaga (Cu) di kawasan LPA

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001, kadar maksimum yang diperbolehkan untuk kelas I adalah 0,02 mg/l, maka kandungan tembaga baik pada lindi maupun sumur dangkal masih memenuhi baku mutu.

Tidak terdeteksinya tembaga pada lindi diperkirakan karena terjadinya pengendapan logam tembaga pada pH lindi 8,06. Tembaga dapat membentuk endapan $\text{Cu}(\text{OH})_2$ pada pH 6-8 (Vogel, 1986). Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa jarak lindi terhadap air tanah dangkal mempengaruhi konsentrasi tembaga, kecuali pada titik 5 dan titik 6. Pada sumur 5 konsentrasi tembaga meningkat secara signifikan, diperkirakan karena sumur dekat dengan sumber sampah baru.

Konsentrasi tembaga pada air tanah dipengaruhi oleh garam-garam tembaga, Berdasarkan Gambar 9, dapat dilihat bahwa semakin jauhnya jarak sumur terhadap lindi akan menurunkan konsentrasi seng kecuali di sumur 3. Tingkat kelarutan seng pada lindi rendah, dimana pH lindi 8,06. Pada pH 6-12 seng akan sedikit larut dalam air, dengan demikian seng akan mengendap pada lindi.

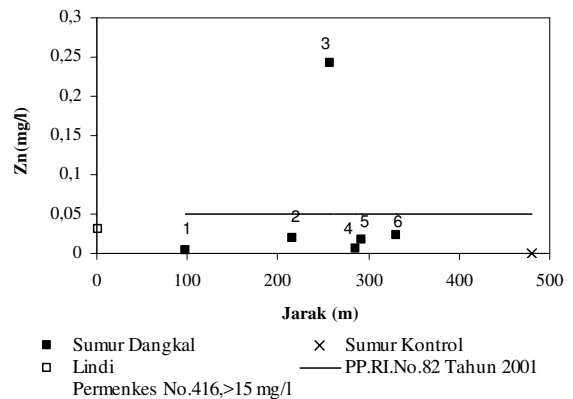
Seperti pada umumnya logam, konsentrasi seng dipengaruhi oleh nilai pH, dimana nilai pH di sumur 3 adalah 5,94. Pada pH < 6 seng dapat membentuk senyawa $\text{Zn}(\text{OH})_2$

misalnya; tembaga karbonat (CuCO_3), tembaga hidroksida $\text{Cu}(\text{OH})_2$, dan tembaga sulfida (CuS) bersifat tidak mudah larut dalam air (Effendi, 2003).

3.1.8. Seng (Zn)

Konsentrasi logam berat seng di lindi adalah 0,03 mg/l dan di air tanah dangkal berkisar 0,003-0,243 mg/l, sedangkan pada sumur kontrol tidak terdeteksi adanya seng. Konsentrasi logam berat seng (Zn) pada lindi dan sumur dangkal terlihat pada Gambar 9.

Konsentrasi seng (Zn) dalam indi Dan sumur dangkal berdasarkan Permenkes No.416 masih memenuhi baku mutu, sedangkan menurut PP.RI.No.82 Tahun 2001 konsentrasi seng yang tidak memenuhi baku mutu terdapat pada sumur 3 (258 m).



Gambar-9 Konsentrasi Seng (Zn) di kawasan LPA

dan akan terbentuk seng kembali dalam ion bebas (Vogel, 1985). Di kawasan sumur dangkal lainnya dengan pH sedikit asam yang bervariasi begitu juga halnya dengan sumur kontrol yang mempunyai pH 6,72., maka nilai konsentrasi seng pun bervariasi meskipun dengan kelarutan yang rendah. Seng adalah salah satu logam berat yang paling mudah bergerak pada air tanah. Ion seng mudah terserap ke dalam sedimen dan tanah. Adsorpsi dari seng meningkat dengan meningkatnya pH tanah (Evanko

dan Dzomback, 1997). Pada pH 6-12, seng membentuk $ZnCO_3$ dan $Zn(OH)_2$ yang dapat mengontrol tingkat kelarutan seng (Vogel, 1995). Kadar seng dalam air sangat dipengaruhi oleh bentuk senyawanya. Pada pH asam atau netral (pH 6-13) seng dapat larut. Selain itu, Ion seng mudah terserap ke dalam sedimen dan tanah (Vogel, 1995).

Dari penjelasan di atas terlihat, bahwa meskipun konsentrasi logam berat pada lindi tidak terdeteksi ataupun sangat rendah, namun kandungan logam berat dapat ditemui pada sumur dangkal di kawasan LPA. Semakin jauh jarak sumur dangkal terhadap lindi semakin rendah konsentrasi logam berat. Selain itu nilai pH air tanah dan adanya sumber sampah yang masuk dekat sumur akan mempengaruhi konsentrasi logam berat. Kandungan logam berat dalam sumur tergantung dari karakteristik masing-masing, dimana logam tersebut dapat mengalami presipitasi, pengenceran, oksidasi atau reduksi, sorpsi, pertukaran ion serta kandungan zat organik.

3.2. Pengaruh Konstruksi Sumur

Konstruksi sumur diklasifikasikan atas konstruksi alami, beton dan batu bata (Tabel 1). Kedalaman sumur bervariasi antara 3-8 m, sedangkan kedalaman air berkisar antara 2-5 m.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa konstruksi sumur tidak mempengaruhi konsentrasi logam berat, namun lebih dipengaruhi oleh faktor lainnya seperti; masuknya sumber sampah baru yang jaraknya dekat, pH untuk logam berat, sorpsi, ion *exchange*, presipitasi atau pengenceran, dilusi, jarak air tanah dangkal terhadap lindi, keadaan alamiah tanah.

3.3. Kualitas Lindi LPA Air Dingin

Hasil analisis laboratorium sampel lindi LPA Air Dingin dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 parameter lindi yang tidak memenuhi baku mutu adalah BOD, COD, TSS, Ammonia, *E coli*, dan *coliform*. Konsentrasi logam masih memenuhi baku

mutu KEP/MENLH/ No. 51/II/1995. Menurut Komala (2005), rendahnya konsentrasi logam pada lahan *open dumping* dipengaruhi oleh nilai pH lindi, selain itu air hujan selain berfungsi mengencerkan lindi juga berperan dalam membilas sampah yang ada pada timbunan sampah.

Tabel 2 Karakteristik Lindi di LPA Air Dingin Kota Padang

Parameter	Satuan	Baku Mutu *	Lindi
pH	-	6-9	8,06
DO	mg/l	-	2,5
Warna	TCU	-	15
Temperatur	°C	40	28
Kekeruhan	NTU	-	12,3
Kesadahan	mg/l	-	Ttd
DHL	µmhos/cm	-	5510
BOD ₅	mg/l	150	351,4
COD	mg/l	300	1520
Alkalinitas	mg/l	-	375
TSS	mg/l	400	510
PO ₄	mg/l	-	26,9
NO ₃ -N	mg/l	-	3,13
NO ₂ -N	mg/l	3	0,07
NH ₃	mg/l	30	83,77
SO ₄	mg/l	-	0,6
Fe	mg/l	10	8,475
Zn	mg/l	10	0,03
Pb	mg/l	1	0,165
Hg	mg/l	0,005	Ttd
Cu	mg/l	-	Ttd
Cr	mg/l	-	Ttd
E-Coli	MPN/100 ml	1000	2500
Coliform	MPN/100 ml	1000	2500

Keterangan : * Kep No.51/MenLH/II/Tahun 1995

3.4. Kualitas Air Tanah Dangkal berdasarkan Baku Mutu

Berdasarkan Permenkes No.416, semua sumur tidak layak minum karena terdapatnya parameter pH dan merkuri (sumur 4 dan 5) yang tidak memenuhi baku mutu, sedangkan menurut PP. RI.No.82.Tahun 2001 sebagian besar sumur tidak memenuhi syarat pH, DO, logam

berat Hg, Pb dan Zn (sumur 2, 3, 4 dan 5) yang melebihi baku mutu.

Dapat disimpulkan bahwa semua sumur yang berada pada jarak 98 – 331 m tidak memenuhi persyaratan baku mutu Permenkes No.416 dan PP. RI.No.82. Tahun 2001. Namun pada sumur setelah

jarak sekitar 330 m tidak ditemukan lagi kandungan logam berat yang melebihi baku mutu. Perbandingan kualitas air tanah pada masing-masing sumur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kualitas Air Tanah Dangkal di Kawasan LPA Air Dingin Berdasarkan Permenkes No. 416

Parameter	Permenkes No.416	PP.RI.No.82 Tahun 2001	Sumur 1	Sumur 2	Sumur 3	Sumur 4	Sumur 5	Sumur 6	Sumur Kontrol
pH	6,5-9	6-9	6,28 [*]	6,35 [*]	5,94 [#]	6,02 [*]	6,25 [*]	6,037 [*]	6,72
Temperatur	30	Deviasi 3	25,7	25,637	24,9	25,13	24,7	25,47	27,4
Warna (TCU)	50	-	5,57	1,93	2,87	2,1	2,1	4,53	2,1
Kekeruhan (NTU)	25	-	5,17	2,7	2,27	3,4	1,5	1,53	2,5
DHL (μ mhos/cm)	-	-	67,6	38,37	68,87	37,17	78	59,73	49
Alkalinitas (mg/l)	-	-	102,27	38,533	30,567	51,17	85,633	29,2	35,7
Kesadahan (mg/l)	500	-	0	0	0	0	21,233	0	Ttd
DO (mg/l)	-	Minimal 6	5,58 [#]	5,65 [#]	5,7 [#]	5,4 [#]	5,64 [#]	6,39	7,05
Hg (mg/l)	0.001	0.001	0,0004	0,001	0,0007	0,0025 [#]	0,0023 [#]	0,001	Ttd
Pb (mg/l)	0.1	0.03	0	0,07 [#]	0,047 [#]	0,0527 [#]	0,026 [#]	0	Ttd
Cr (mg/l)	-	0.05	0,0423	0,0267	0,0403	0,0267	0,0193	0,021	Ttd
Cu (mg/l)	-	0.02	0	0	0	0	0,0107	0,0063	Ttd
Zn (mg/l)	15	0.05	0,0033	0,02	0,243 [#]	0,0067	0,0183	0,0077	Ttd

Keterangan :

* Tidak memenuhi Baku Mutu Permenkes No.416

Tidak memenuhi Baku Mutu PP.RI.No.82 Tahun 2001

*# Tidak memenuhi kedua Baku Mutu

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Karakteristik lindi sebagian besar masih memenuhi baku mutu, kecuali parameter BOD, COD, Ammonia, *E coli*, dan *coliform* sedangkan untuk konsentrasi logam berat Hg, Pb, Cr, Cu dan Zn masih memenuhi baku mutu KEP/MENLH/ No. 51/II/1995.
2. Temperatur air tanah sumur dangkal berkisar 24,9-25,7°C. pH berkisar 5,94-6,35. DO berkisar 5,4-6,39 mg/l. Konsentrasi kesadahan 0-21,23 mg/l; nilai kekeruhan berkisar 1,5-5,17 NTU. Kandungan warna 1,93-5,57 TCU. Nilai alkalinitas total 29,2-102,3 mg/l dan nilai DHL 37,17-78 μ mhos/Cm. Menurut Permenkes No.416 hanya parameter pH yang tidak memenuhi

baku mutu, sedangkan menurut PP.RI. No.82, hanya parameter pH dan DO.

3. Konsentrasi Hg di kawasan LPA Air Dingin ini berkisar 0,0004-0,0025 mg/l, Konsentrasi Pb berkisar 0 – 0,07 mg/l, Cr berkisar 0,019 – 0,042 mg/l, Cu berkisar 0-0,011 mg/l, Zn berkisar 0,003-0,243 mg/l. Menurut Permenkes No.416, hanya Hg yang tidak memenuhi baku mutu yang terdapat pada dua sumur, sedangkan menurut PP.RI.No.82, logam berat Hg, Pb dan Zn pada empat sumur melebihi baku mutu.
4. Seperti parameter alkalinitas, warna, kekeruhan dan DO, konsentrasi logam dipengaruhi oleh jarak terhadap lindi. Semakin jauh jarak sumur dangkal terhadap lindi semakin rendah konsentrasi logam berat. Selain itu nilai pH air tanah dan adanya sumber sampah yang masuk dekat sumur juga akan

mempengaruhi konsentrasi logam berat dalam sumur dangkal. Parameter pH dan temperatur lebih dipengaruhi oleh kondisi alamiah tanah di sekitar LPA sendiri.

5. Pengaruh konstruksi sumur baik berupa konstruksi alamiah, beton maupun batu bata tidak signifikan terhadap parameter dalam air tanah termasuk logam berat.
6. Secara keseluruhan sumur yang berada pada jarak 98 – 331 m tidak memenuhi persyaratan baku mutu Permenkes No.416 dan PP. RI.No.82.Tahun 2001, namun setelah jarak sekitar 330 m tidak ditemukan lagi kandungan logam berat yang melebihi baku mutu.

4.2. Saran

1. Tidak melakukan sistem pengolahan sampah *open dumping* di LPA yang dapat mengakibatkan pencemaran di lingkungan sekitarnya khususnya air tanah dan permukaan, namun menggantikannya dengan sistem yang lebih aman seperti *controlled landfill*.
2. Mengatur jarak pemukiman yang aman terhadap LPA khususnya sumur dangkal untuk keperluan air minum penduduk.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alaerts., G, *Metoda Penelitian Air*, Usaha Offset Printing. Surabaya, 1984.
2. Babitch. H, G dan Stotzky, *Effect of Cadmium on The Biota Influence Of Environmental Factors*, Edv. Microbial, 1978.
3. Candrianto, *Analisis Beberapa Logam Berat Pada Air Sumur Penduduk di TPA Air Dingin Padang*, Tesis S2 Universitas Negeri Padang, 2001.
4. Danhas, M., *Evaluasi dan Pengembangan Instalasi Pengolahan TPA Air Dingin*, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas, Padang, 2003.
5. Evanko, C.R. dan Dzomback, *Remediation of Metals-Contaminated Soil and Groundwater*, Ground-water Remediation Technologies Analysis Center, Departmen of Civil and Environmental Engineering Carnegie Mellon University, Pittsburg. PA, 1997.
6. Effendi, H., *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius. Yogyakarta, 2003.
7. Fardiaz, S., *Polusi air dan Udara*, Bogor, Kanisius, 1992.
8. Komala, P.S., N. Loeis, “Pengaruh Sistem Open Dumping terhadap Karakteristik Lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Air Dingin Padang”, *Jurnal Matematika dan Pengetahuan Alam Jumpa Vol.14 No.2 Juli-Desember*, 2005.
9. Pusat Penelitian Tanah, *Peta Tanah Tinjau Sumatera Barat I (Kota Padang, Kab. Padang Pariaman, dan Kab. Agam)*, Padang, 1984.
10. Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 mengenai Baku Mutu Air Kelas I
11. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/Menkes/Per.IX/1991 mengenai Air Tanah.
12. Slamet, J.S., *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 1991.
13. Tchobanoglous, G., H. Theisen, S.A. Vigil, *Integrated Solid Waste Management*, McGraw-Hill International Edition. 384-387, 1993.
14. Vogel, Terjemahan Setiono dan Pudjaatmaka, *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semi Mikro*, PT Kalman Media Pusaka, Jakarta, 205-294, 1985.
15. Zulfahmi, *Analisis Beberapa Parameter Kimia Pada Lindi TPA Air Dingin*, Tesis S2 Universitas Negeri Padang, Padang, 2000.