

# PENYISIHAN LOGAM Pb AIR LINDI TPA MUARA FAJAR MENGUNAKAN TANAH LEMPUNG DENGAN METODE PERTUKARAN ION

Resty Maiyola<sup>1)</sup>, Shinta Elystia<sup>2)</sup>, Zultiniar<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan, <sup>2)</sup>Dosen Teknik Lingkungan dan Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 , Pekanbaru Kode Pos 28293  
E-mail : Resty.Maiyola21@gmail.com

## ABSTRACT

*Landfill leachate treatment at Muara Fajar there are still many obstacles. At the pool fourth treatment, Metal Pb and Cu and hardness concentration is high, so it needs further treatment before being discharged into the environment. The purpose of this research is an alternative water treatment technologies for Muara Fajar landfill leachate, in order that the leachate does not pollute the environment. This research uses ion-exchange column with a clay medium for lower concentrations of Pb, Cu and hardness with high of colom 1.2 m and 2 inches diameter with clay -15 + 20 mesh size, the variation used is the bed height 40, 60, and 80 cm and the discharge flow 80,100, and 120 ml / min. The results of analysis of effluent concentration of Pb metal is 0.41 mg / L, Cu, 0.51 mg / L, and 283 mg / L for hardness. This concentration has reached the quality standard limits the Minister of Environment Decree No. 51 Year 1995 for bed height and discharge flow is 80 cm and 80 ml / min with a CEC of 80 meq / 100g.*

**Keyword :** *Bed height, Clay, Discharge flow, Ion Exchange, Landfill Leachate.*

## PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu masalah di Indonesia yang harus diperhatikan dengan cukup serius. Hal ini dikarenakan sampah menghasilkan limbah yang dapat merusak lingkungan. Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang sangat pesat serta perubahan perilaku dan standar hidup masyarakat pada saat sekarang ini yang konsumtif, mengakibatkan volume sampah secara periodik semakin meningkat

Dari survey data Dinas Kebersihan dan Pertanaman Kota Pekanbaru (2012) menunjukkan setiap tahun sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA) Muara Fajar semakin meningkat. Pada tahun 2009, tempat pembuangan akhir (TPA) Muara Fajar menerima sampah sebanyak 126,01m<sup>3</sup>, pada tahun 2010 menerima sampah 179,344 m<sup>3</sup>, dan pada tahun 2011 menerima sebanyak 265, 586 m<sup>3</sup> . Pada TPA muara fjar masih menggunakan sistem *open dumping*. Sistem *open dumping* adalah sistem pembuangan sampah

yang sangat sederhana dan murah, yaitu menumpuknya sampah pada cekungan pada lahan yang sangat luas dan dibiarkan terbuka bebas yang mengakibatkan dampak negatif yang dihasilkan adalah limbah air lindi, yaitu cairan yang dikeluarkan dari sampah akibat degradasi biologis.

Berdasarkan kekurangan teknologi pengolahan pada TPA Muara Fajar maka dibutuhkan teknologi pengolahan air lindi yang lebih efektif, efisien, ekonomis, tahan lama, dan alamiah sehingga aman untuk lingkungan.

Salah satu alternatif yang baik adalah dengan menggunakan teknologi penukar ion. Kelebihan dari teknologi penukar ion ini adalah kemampuannya dalam menangkap logam berat dengan efisiensi yang tinggi. Oleh karena itu sangat cocok untuk pengolahan limbah logam pada air lindi. Dengan menggunakan media pertukaran ion tanah lempung yang merupakan media yang ekonomis, alamiah dan ketersediaannya melimpah di Riau, media ini sangat efisien dalam menurunkan kadar logam berat dalam air lindi karena memiliki kandungan mineral alumina dan silika yang berfungsi dalam proses pertukaran ion. Parameter logam berat yang akan dianalisa adalah timbal (Pb), pada air lindi. Tujuan yang diharapkan hasil yang dianalisa sesuai dengan KEPMENLH Nomor 51 Tahun 1995 tentang baku mutu limbah industri.

Pada penelitian sebelumnya Hartati (2007) melakukan pengolahan air lindi yang mengandung ion logam (Fe, Mn, Cu, dan Zn) dengan zeolit

mampu menurunkan konsentrasi Fe 99,69%, Mn 99,65%, Zn 97,89%, dan Cu 97,50% pada menit ke 120 dengan ukuran zeolit (-18+30), variabel bebas yang digunakan adalah variasi ukuran zeolit (-10+18), (-18+30), (-6+10) dan variasi aktivasi zeolit dan tanpa aktivasi, serta variabel tetap pada kolom penukar ion dengan dimensi tinggi 1,2 m dan diameter 2 *inchi*. Penelitian ini menjadi acuan pemilihan ukuran media dan sebagai variabel tetap pada tinggi dan diameter kolom yang digunakan. Penelitian Haryato (2004) melakukan penyerapan  $\text{Cu}^{2+}$  dalam air limbah industri kerajinan tembaga Cepogo Bonyolali dengan beberapa jenis tanah : tanah lempung, tanah lempung berpasir dan tanah pasir. Dengan hasil yang didapat bahwa logam terjerap sebanyak 44 % dengan menggunakan tanah lempung, 15,30 % dengan lempung berpasir dan 4,00% dengan tanah pasir. Penelitian Laurier (1981) melakukan termodinamika pertukaran ion pada tanah lempung. Dengan hasil termodinamika pertukaran ion Na-Ca sebesar -4,9 kJ. Hal ini menjadi acuan bahwa tanah lempung dapat terjadi reaksi pertukaran ion. Penelitian Haryati (2011) melakukan pengujian *performance* adsorben serat buah mahkota dewa dan *clay* terhadap larutan yang mengandung logam kromium. Dengan variasi tinggi unggun 30, 60 cm dan debit alir 2,32, 4,81, 6,43 ml/s. Dengan hasil penyerapan optimal pada tinggi unggun 60 cm dan debit alir 2,32 ml/s.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka dalam penelitian dalam pengolahan air lindi ini menggunakan variasi yaitu tinggi unggun dan debit alir. Dengan

variabel berubah antaralain variasi tinggi unggun 40 cm, 60 cm, 80 cm dan variasi debit alir 80 ml/menit, 100 ml/menit, dan 120 ml/menit. Hal ini diharapkan untuk mendapatkan tingkat penyisihan terbaik dengan variasi tersebut

## **BAHAN DAN ALAT**

### **Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: air lindi dari kolam pengolahan ke 4 TPA Muara Fajar, tanah lempung dari Kulim, aquades, serta bahan-bahan kimia seperti  $PbNO_3$  anhidrat, larutan EDTA, indikator EBT, buffer Amoniak Amonium Klorida, dan larutan  $ZnSO_4$

### **Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah kolom penukar ion yang terbuat dari PVC berdiameter 2 inchi dengan tinggi 1,2 m sebagai kolom penukar ion, ayakan -15+10mesh, derigen 20 liter sebagai wadah sampel air lindi, pH meter, stopwatch, labu ukur, erlenmeyer, pipet tetes, Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS), buret dan statif.

## **METODELOGI**

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu :

### **Persiapan Percobaan**

Pada penelitian ini kolom penukar ion terbuat dari bahan PVC berjumlah 1 buah kolom, dengan ukuran diameternya 2 inci serta tinggi kolom 1,2 m. Tanah lempung yang digunakan berasal dari Kulim Kota Pekanbaru. Sebelum tanah lempung digunakan untuk penelitian, terlebih

dahulu dilakukan aktifasisecara fisika dan kimia (Masduqi, 2004). Teknik pengambilan sampel berdasarkan SNI 6989.59:2008. Metode pengambilan sampel dilakukan secara sesaat. Dimana sampel yang akan diuji diambil dari bak penampungan yang terakhir. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 1 kali. Sampel dimasukkan ke dalam derigen yang berukuran 20 liter, lalu ukur pH sampel dengan menggunakan pH-meter.

### **Percobaan Utama**

Air lindi yang digunakan dalam penelitian ini adalah air lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Muara Fajar, Pekanbaru. Air lindi ini diambil dari bak pengolahan yang keempat. Pengujian dilakukan terhadap inlet kolom penukar ion dan outlet kolom penukar ion dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometer*) untuk pengujian logam Pb dan logam Cu dan titrasi kompleksometri untuk kesadahan.

## **PENGUJIAN**

### **Penentuan Konsentrasi Pb, Cu, dan Kesadahan**

Untuk menentukan konsentrasi kesadahan dilakukan dengan cara titrasikompleksometri. Kompleksometri adalah metoda titrasi yang digunakan untuk menghitung kesadahan total pada suatu cairan. Sedangkan jumlah konsentrasi logam Pb dan Cu dilihat dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometer*)

### Efisiensi Penyisihan Parameter Olahan Air Lindi

Efisiensi unit ditunjukkan dengan persentase reduksi pencemar setiap parameter pada air lindi. Perhitungannya sebagai berikut :

$$Efisiensi(\%) = \frac{C_{in} - C_{ef}}{C_{in}} \times 100\%$$

### Analisis Kapasitas Tukar Kation (KTK)

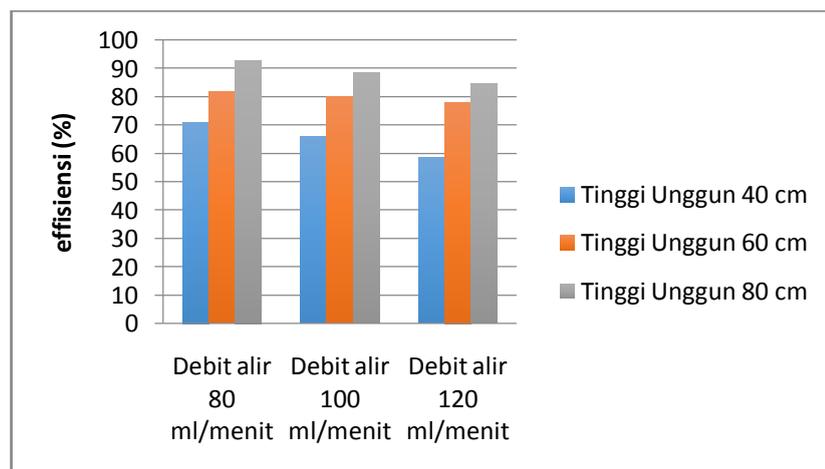
Analisis kapasitas tukar kation adalah analisis penentuan pertukaran kation dari lempung dengan kation

lain. Penentuan KTK dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$KTK(meq/g) = \frac{100}{D} \times C \times NMB$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN Efisiensi Penyisihan Parameter Pencemar Logam Pb

Logam Pb pada air lindi bersumber dari wadah cat dan tumpahan bahan bakar minyak. Pb digunakan sebagai pelapis pipa agar tidak mudah berkarat, sehingga apabila masuk dalam tubuh dalam konsentrasi yang tinggi maka dapat memberikan dampak buruk pada kesehatan manusia.



**Gambar 1** Pengaruh tinggi unggun dan debit air terhadap efisiensi logam Pb pada outlet pengolahan air lindi

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa efisiensi penyisihan tertinggi logam Pb sebesar 92% dan yang terendah 58%. Penyisihan logam Pb yang tertinggi pada tinggi unggun 80 cm dengan debit alir 80 ml/menit yaitu 92%. Sedangkan penyisihan yang terendah pada tinggi unggun 40 cm dengan debit alir 120 ml/menit yaitu 58%.

Dalam penelitian Suci (2010) melakukan penurunan salinitas air payau menggunakan resin penukar ion dengan variasi debit alir 100 ml/menit, 110 ml/menit, 120 ml/menit, 130 ml/menit, dan 140 ml/menit. Hasil penyisihan tertinggi terdapat pada debit alir 100 ml/menit sebesar 91,35%, sedangkan untuk debit alir 110 ml/menit sebesar

87,9%, debit alir 120 ml/menit sebesar 86,17%, debit alir 130 ml/menit sebesar 83,33%, dan pada debit alir 140 ml/menit sebesar 80,61%. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil debit alir yang digunakan maka semakin tinggi tingkat penyisihan ion. Hal ini dikarenakan semakin kecil debit alir mengakibatkan logam yang masuk pada kolom pengolahan tidak cepat meninggalkan kolom pengolahan yang membuat pertukaran ion yang terjadi lebih merata.

Sedangkan, pada penelitian Haryati (2011) melakukan pengujian *performance* adsorben serat mahkota dewa dan clay terhadap larutan yang mengandung krom. Variasi yang digunakan debit alir 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, 50 menit, dan 60 menit dan variasi tinggi unggun yaitu 30 cm dan 60 cm. Dimana hasil penelitian didapatkan hasil efisiensi penyisihan tertinggi pada tinggi unggun 60 cm sebesar 89,52%. Hal ini dikarenakan semakin tinggi unggun maka semakin luas permukaan untuk adsorben dalam menjerap ion sehingga semakin tinggi pula tingkat efisiensi penjerapan tanah lempung.

Pada penelitian ini juga mendapatkan hasil yang sama, yaitu semakin tinggi unggun yang digunakan maka akan diperoleh tingkat efisiensi yang semakin besar. Dari gambar 4.1 rata-rata pada tinggi unggun 80 cm diperoleh efisiensi penyisihan logam Pb yang terbaik diantara tinggi unggun 60 cm dan tinggi unggun 40 cm. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertukaran

ion adalah tinggi media yang digunakan Dofner (1995). Hal ini dikarenakan pada tinggi unggun 80 cm, mempunyai jumlah lempung yang lebih banyak sehingga lebih efisien untuk melakukan pertukaran ion Pb dengan ion  $H^+$  pada lempung. Semakin banyak lempung yang digunakan maka tingkat efisiensi akan semakin meningkat. Hal ini juga didukung oleh banyaknya mineral yang terkandung dalam lempung yang membuat efisiensi penyisihan logam semakin meningkat.

Dofner (1995) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pertukaran ion adalah debit alir yang digunakan. Pada rata-rata debit alir 80 ml/menit diperoleh efisiensi penyisihan terbaik dari pada debit alir 100 ml/menit dan 120 ml/menit. Hal ini dikarenakan waktu tinggal air lindi pada kolom lebih lama yang mengakibatkan ion-ion yang dipertukarkan akan lebih banyak, sehingga meningkatkan efisiensi penyisihan logam. Apabila kecepatan itu terlalu tinggi (waktu tinggal terlalu singkat), maka pertukaran ionnya kurang efektif (Bernasconi, 1995).

### **Perbandingan Outlet Terhadap Baku Mutu**

Perbandingan outlet logam Pb pada air lindi dengan variasi tinggi unggun 40, 60, 80 cm dan debit alir 80,100,120 ml/menit terhadap baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 1995

Tabel 1 Perbandingan Outlet Terhadap Baku Mutu

No	Tinggi Unggun (cm)	Debit Alir (ml/menit)	Hasil uji sampel	BML Cair Industri	Keterangan
			Pb (mg/l)	Pb (mg/l)	Pb (mg/l)
1	40	80	1,68	1	Tidak
		100	1,97	1	tidak
		120	2,39	1	Tidak
2	60	80	1,05	1	tidak
		100	1,14	1	Tidak
		120	1,27	1	Tidak
3	80	80	0,41	1	Ya
		100	0,65	1	Ya
		120	0,88	1	Ya

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil pengujian outlet pada variasi tinggi unggun dan debit alir yang didapat ada yang memenuhi dan tidak memenuhi baku mutu. Yang tidak memenuhi baku mutu yaitu :

Untuk penyisihan logam Pb pada unggun 40 cm dan 60 cm dengan debit alir 80, 100 dan 120 ml/menit. Untuk penyisihan kesadahan pada unggun 40 cm dengan debit alir 80, 100, dan 120 ml/menit.

### KESIMPULAN

Proses pengolahan limbah air lindi untuk parameter logam Pb terbaik diperoleh pada tinggi unggun 80 cm dengan debit alir 80 ml/menit dengan efisiensi penyisihan sebesar 92 %. Konsentrasi logam Pb yang diperoleh pada proses pengolahan sesuai dengan baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 1995 pada

tinggi unggun 80 cm dengan debit alir 80,100 dan 120 ml/menit yaitu 0,41, 0,65 dan 0,88 mg/l dengan KTK sebesar 80 meq/100g

### SARAN

Untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat menggunakan variabel lain untuk mendapatkan tingkat efisiensi yang lebih baik lagi. Diharapkan peneliti selanjutnya dapat menemukan media dengan tingkat KTK yang lebih tinggi dan ramah lingkungan

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, Keluarga, Ibu Shinta Elystia, ST.Msi ibu Dra. Zultiniar, Msi, dan prodi teknik lingkungan yang telah memberikan bantuan tenaga, semangat maupun pengetahuan dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bernasconi, G. H. Gerster, H. Hauser, H. Stauble, E. Scheiter, 1995. *"Teknologi Kimia 2"*. Jakarta :PT. Pradnya Paramita.
- Dofner, K dan Hartono, A. J, 1995. *"Iptek Penukar Ion"*. Yogyakarta :Andi Offset.
- Haryanto. 2009. Penjerapan Tembaga (II) dalam Air Limbah dengan Beberapa Jenis Tanah : Tanah Berlempung, Tanah Lempung Berpasir, dan Tanah Pasir. Progam Magister Ilmu Lingkungan. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Haryati, Sri, Endang Supraptiah dan Muhammad D. Bustan. 2011. *Pengujian Performance Adsorben Serat buah Mahkota Dewa (Phaleria marcocarpo (Scheff)) dan Clay Terhadap Larutan yang Mengandung Logam Kromium*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tentang *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri*.
- Masduqi, Ali. 2004. *Pengolahan Air Limbah Secara Biologi*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sipil dan Perencanaan. Surabaya.
- L, Laurier and Jan C.T. Kwak. 1981. *Thermochemistry of Ion Exchange and Participle Interaction in Clay Suspension*. Canada : Dalhousie University.
- Suci, Ratih Apriani dan Putu Wesen. 2010. *Penurunan Salinitas Air Payau dengan Menggunakan Resin Penukar Ion*. Surabaya : Universitas Pembangunan Nasional