



Efektifitas Metode Kombinasi Pasir Zeolit dan Arang Aktif dalam Pengolahan Air Lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Mega Gemala, Nurul Ulfah*

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam, Batam centre, Jl.Ahmad Yani, Tlk.Tering, Kec. Batam Kota, Kota Batam

*E-mail: nurululfah@polibatam.ac.id

ABSTRAK

TPA Sei Nam Kijang merupakan TPA yang menggunakan sistem *sanitary landfill* dalam pengelolaan sampah. Kolam penampungan air lindi di TPA tersebut kurang berfungsi dengan baik terlihat dari warna air lindi hitam coklat kepekatan, terdapat lumut dipermukaan air lindi, dan masih tercium bau yang menyengat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas kombinasi pasir zeolit dan arang aktif dalam mereduksi parameter fisika dan kimia pada air lindi. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi arang aktif dan pasir zeolit efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD, N total, TSS dan pH air lindi pada tiga jenis ketebalan. Efektifitas tertinggi dalam menurunkan TSS adalah ketebalan 10cm sebesar 11,76%. Efektifitas tertinggi dalam menurunkan kadar pH, COD, BOD dan N total adalah ketebalan 20cm sebesar 19,6%, 22,6%, 35,5% dan 33,33%. Untuk Hg dan Cd, proses filtrasi untuk setiap ketebalan tidak efektif dalam menurunkan kadar logam berat tersebut.

Kata kunci: lindi, zeolit, arang aktif

ABSTRACT

Sanitary landfill is used method for municipal solid waste (MSW) disposal in Sei Nam Kijang dumping land. Leachate evaporation pond in a landfill site is not working properly which can be seen from the dark brown color of leachate, the moss on the surface of leachate water, and the odor. This study aims to determine the effectiveness of a combination of zeolite sand and activated charcoal in reducing physical and chemical parameters in leachate with variations in thickness used, namely 10 cm, 15 cm, and 20 cm. The results showed that the combination of activated charcoal and zeolite sand is effective in reducing levels of BOD, COD, total N, TSS, and pH of leachate water in all three types of thickness. The highest effectiveness in reducing TSS is 10cm thickness of 11.76%. The highest effectiveness in reducing total pH, COD, BOD and N is 20cm thickness by 19.6%, 22.6%, 35.5% and 33.33%. For Hg and Cd, the filtration process for each thickness is not effective in reducing levels of heavy metals.

Keywords: Leachate, Zeolite, Activated charcoal

1. PENDAHULUAN

Sanitary landfill adalah sistem pengelolaan sampah yang umum digunakan di dunia dan Indonesia. Sistem ini dianggap mudah dan relatif murah sehingga sampai saat ini masih banyak dipergunakan di beberapa daerah di Indonesia karena pada dasarnya sistem ini memanfaatkan lahan cekungan yang memenuhi syarat seperti jenis dan prioritas tanah [1,2] Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada sistem pengelolaan sampah seperti ini adalah air lindi atau yang biasa dikenal dengan istilah *leachate* yang berasal dari tumpukan sampah. Air lindi ini

dapat menimbulkan bau dan mengandung banyak mikroorganisme patogen serta bahan pencemar lainnya seperti logam berat. Jika air lindi ini terinfiltrasi ke dalam tanah akibat sistem yang bocor atau *run off* akibat air hujan, maka dapat berpotensi mencemari air tanah maupun air permukaan dan hal ini akan mempengaruhi kesehatan masyarakat sekitar[2].

Timbulan sampah per hari setiap individu di Kabupaten Bintan pada tahun 2013 adalah 2,75-3,25 liter/orang/hari dengan jumlah penduduk adalah 448.355 jiwa. Pertumbuhan penduduk setiap tahunnya 4,5%. Jumlah

sampah akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya gaya hidup masyarakat [3]. Berdasarkan hasil observasi langsung ke tempat pembuangan akhir (TPA) Sei Nam Kijang, sampah yang ditangani sebanyak $\pm 85\%$. Sedangkan yang terangkut ke TPA yang terletak di Sei Enam Kijang sebanyak $\pm 63\text{m}^3$ per/hari.

Pengolahan sampah di TPA Sei Nam Kijang menggunakan *sistem sanitary landfill*. Air lindi yang dihasilkan dari sampah ditampung di dalam kolam penampungan dan dibiarkan mengendap didalam kolam penampungan. Kolam-kolam penampungan air lindi di TPA Sei Nam Kijang kurang berfungsi dengan baik, ini terlihat dari warna air lindi hitam coklat kepekatan, terdapat lumut dipermukaan air lindi, dan masih tercium bau yang menyengat.

Salah satu sistem pengolahan limbah yang pernah dilakukan adalah menggunakan media adsorben, yaitu karbon aktif, zeolit dan silika gel untuk media filter [1]. Hasil penelitian menunjukkan efektifitas penurunan paling besar untuk logam Fe adalah 62,728 % dengan media zeolit, dan untuk logam Cr sebesar 42,028% dengan media zeolit. Sedangkan pada penelitian Tibin R Prayudi [4], keefektifan Pengolahan Antara Abu Terbang Dengan Karbon Aktif Terhadap Kebutuhan Oksigen Kimia (Kok), Warna Dan Logam Berat Air Lindi Sampah. Dengan persentase Dalam menurunkan Fe air lindi sampah, pemakaian karbon aktif lebih efektif dibandingkan dengan pemakaian abu terbang, misalnya pada pemakaian dosis 50 mg/lt, kemampuan karbon aktif dapat menurunkan Fe adalah 3,7 kali lebih efisien dibandingkan dengan pemakaian abu terbang.

Dalam dunia industri atau badan usaha, karbon aktif sangat di perlukan karena dapat mengabsorpsi bau, warna, gas dan logam. Pada umumnya karbon aktif digunakan sebagai bahan penyerap dan penjernih. Pasir zeolit merupakan salah satu adsorben alternatif yang memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi dan dapat diaplikasi dalam rentang suhu yang luas sehingga

sangat cocok digunakan sebagai adsorben, zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, senyawa penukar ion, sebagai filter dan katalis [5].

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian Takwanto[6], pengolahan air lindi lebih efektif apabila dilakukan dengan menggunakan metode kombinasi yaitu elektrokoagulasi-adsorpsi karbon aktif dengan penurunan BOD sebesar 91.60%.

Oleh karena itu, perlu dicari sebuah alternatif pengolahan air lindi metode kombinasi yang lebih ekonomis dengan teknologi sederhana. Pada penelitian ini menggunakan kombinasi filter media alam pasir zeolit dan karbon aktif.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ketebalan penggunaan media kombinasi pasir zeolit dan arang aktif dalam mereduksi parameter fisika dan kimia. Ketebalan yang digunakan untuk masing-masing filter terdiri dari 3 jenis yaitu 10cm, 15cm dan 20cm.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan air lindi secara sederhana, dari mulai pengolahan air lindi sebelum perlakuan kemudian di ukur dengan melihat parameter fisika dan kimia (TSS, pH, BOD, COD, N, Hg, Cd) dengan melihat warna dan bau. Kemudian di lakukan pengolahan air lindi dengan proses penyaringan sederhana dengan metode kombinasi pasir zeolit dan arang aktif untuk melihat efektif atau tidak efektifnya parameter fisika dan kimia dalam pengolahan air lindi dengan membandingkan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 tentang baku mutu lindi, dengan kandungan pH, BOD, COD, N, Hg dan Cd yang diijinkan adalah 6-9, 150 mg/L, 300 mg/L, 60 mg/L, 0,005 mg/L dan 0,1 mg/L.

2.1. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama 3 bulan yaitu mei hingga juli tahun 2019. Pengambilan sampel lindi dilakukan di TPA Sei Nam

Kijang Kabupaten Bintan. Berdasarkan hasil observasi, TPA ini berlokasi jauh dari pemukiman penduduk. Pengolahan sampah yang dilakukan di TPA ini menggunakan sistem *sanitary landfill*.

2.2.PENGAMBILAN SAMPEL DAN PENGUJIAN AWAL

Pengambilan sampel mengacu pada SNI No.6989.59:2008 dengan pemilihan titik sampling adalah titik yang dapat mewakili karakteristik air limbah. Sampel lindi diambil sebanyak 58 liter. Sedangkan pengujian awal dilakukan di laboratorium Balai Teknis Kesehatan Lingkungan (BTKL) Kelas I Batam dan Laboratorium PT.Surveyor Indonesia Batam. Parameter pengujian terdiri dari fisika berupa TSS dan kimia berupa pH, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), N total, Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd). Pemilihan parameter mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor P.59/Menlhk/Setien/Kum.1/7/2016 mengenai baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah.

2.3.PROSES FILTRASI

Filter yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang aktif, pasir zeolit, ijuk dan kerikil. Lapisan ini akan dirancang menjadi 3 kombinasi rancangan berdasarkan ketebalan yaitu ketebalan 10cm, 15cm dan 20cm yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan rancangan Gambar 1, fungsi dari masing-masing lapisan adalah kerikil untuk penyaring kotoran-kotoran kasar, ijuk sebagai penyaring kotoran yang ukurannya besar dan kecil, arang aktif sebagai bahan penyerap dan pembersih dan pasir zeolit sebagai filter dan katalis[7,8] Rancangan filter ini dibuat menggunakan alat sederhana yaitu galon dengan ukuran ±10L.Hasil filtrasi air lindi pada setiap kombinasi diuji dengan parameter yang sama dengan pengujian awal untuk kemudian dihitung efektifitasnya.



Gambar 1. Rancangan proses filtrasi air lindi.

2.4.ANALISIS DATA

Efektifitas dari setiap kombinasi filtrasi dinyatakan dengan dalam persentase yang dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [9]:

$$E = \frac{T_o - T_i}{T_o} \times 100\%$$

Keterangan:

E = Efektifitas penyaringan

To= Hasil sebelum penyaringan

Ti = Hasil setelah penyaringan

Kemudian ketercapaian efektifitas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut [10]:

$$\phi = \frac{\text{output aktual}}{\text{output target}} \geq 1$$

Keterangan:

ϕ = Efektifitas

$\phi \geq 1$, maka akan tercapai efektifitas.

$\phi < 1$, maka efektifitas tidak tercapai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1.KUALITAS AIR LINDI SEBELUM PENGOLAHAN

Kualitas sampel lindi untuk parameter fisika dan kimia sebelum dilakukan proses filtrasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter fisika dan kimia sample lindi sebelum dilakukan proses filtrasi

| No | Parameter | Hasil Pemeriksaan |
|----|---------------------------------|-------------------|
| 1 | Total Suspended Solid (TSS) | 170 mg/L |
| 2 | pH | 9,54 |
| 3 | Biochemical Oxygen Demand (BOD) | 45 mg/L |
| 4 | Chemical Oxygen Demand (COD) | 150 mg/L |
| 5 | N total | 18 mg/L |
| 6 | Mercuri (Hg) | <0,00048 mg/L |
| 7 | Kadmium (Cd) | <0,0003 mg/L |

Berdasarkan Tabel 1, pH dari sampel lindi adalah 9,54. Nilai ini melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor P.59/Menlhk/Setien/Kum.1/7/2016 yaitu 6-9. Sedangkan untuk nilai TSS yaitu 170 mg/L juga tidak memenuhi baku mutu yang

ditetapkan sebesar 100 mg/L. BOD sebesar 45 mg/L sudah memenuhi standar baku mutu sebesar 150 mg/L, COD sebesar 150 mg/L sudah memenuhi standar baku mutu yaitu 300 mg/L, Nitrogen (N) sebesar 18 mg/L sudah sesuai dengan baku mutu yaitu 60 mg/L, dan total merkuri (Hg) sebesar < 0,00048 mg/L, kadmium (Cd) sebesar 0,0003 mg/L masih memenuhi syarat dibawah angka baku mutu yaitu 0,1 mg/L.

3.2.KUALITAS AIR LINDI SETELAH PROSES FILTRASI.

Perbandingan kualitas sampel lindi setelah melalui proses filtrasi dengan 3 jenis ketebalan berbeda dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 kualitas air lindi untuk parameter TSS sesudah pengolahan dengan ketebalan 10cm adalah 150 mg/L. Sedangkan untuk ketebalan 15cm dan ketebalan 20cm adalah 158mg/L dan 175mg/L. Nilai ini masih di atas baku mutu yaitu 100 mg/L.

Tabel 2. Perbandingan kualitas sampel lindi sesudah proses filtrasi dengan 3 ketebalan berbeda

| No | Parameter | Ketebalan (cm) | | | Baku Mutu |
|----|------------|----------------|----------|----------|-----------|
| | | 10 | 15 | 20 | |
| 1 | TSS (mg/L) | 150 | 158 | 175 | 100 |
| 2 | pH | 8,71 | 8,51 | 7,67 | 6-9 |
| 3 | BOD (mg/L) | 40 | 35 | 29 | 150 |
| 4 | COD (mg/L) | 132 | 122 | 116 | 300 |
| 5 | N Total | 17 | 15 | 12 | 60 |
| 6 | Hg (mg/L) | <0,00048 | <0,00048 | <0,00048 | 0,005 |
| 7 | Cd mg/L) | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | 0,1 |

Selain itu, penurunan kadar pH tertinggi adalah pada ketebalan 20cm dengan nilai 7,67. Nilai ini sudah memenuhi baku mutu sebesar 6,0 – 7,0. Nilai BOD sebelum pengolahan adalah 45 mg/L dan sesudah pengolahan berkisar antara 29-40mg/L. Hal ini sudah memenuhi standar baku mutu. Nilai COD sesudah pengolahan berkisar antara 116-132 mg/L dan sudah memenuhi standar baku mutu yaitu 300 mg/L. N total sesudah pengolahan berkisar antara 12- 17 mg/L. Kadar merkuri (Hg) sebelum pengolahan dan sesudah pengolahan sama, <0,00048 mg/L. Kadmium (Cd) sebelum pengolahan dan sesudah pengolahan sama sebesar < 0, 0003

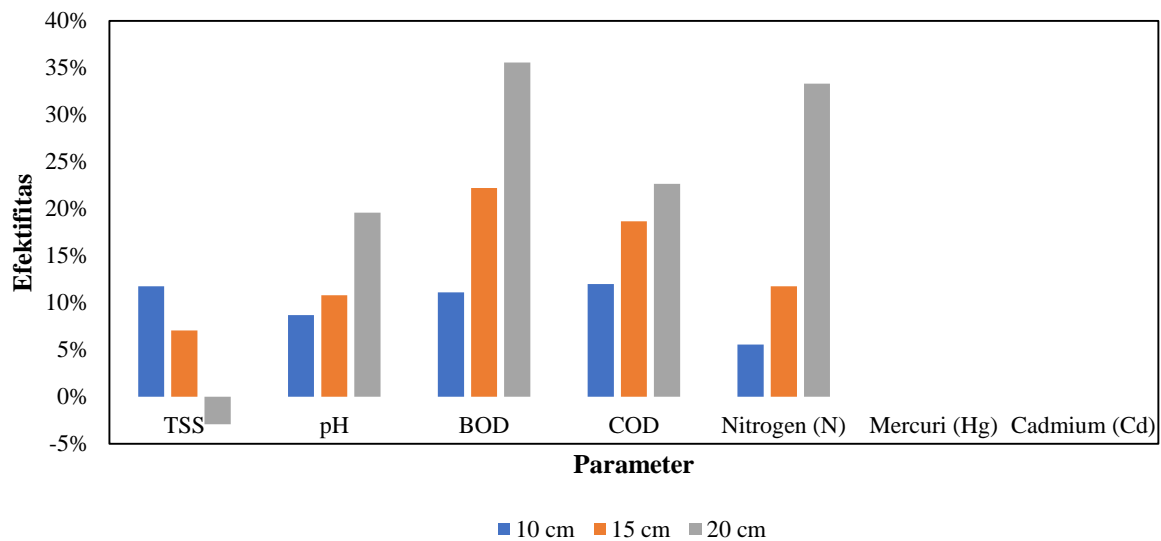
mg/L. Nilai Cd dan Hg sudah memenuhi standar baku mutu. .

3.3.EFEKTIFITAS FILTRASI DALAM PENGOLAHAN AIR LINDI

Perhitungan efektifitas bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif dan pasir zeolit dalam mengabsopsi kandungan berbahaya pada air lindi. Berdasarkan Gambar 2, efektifitas pengolahan tertinggi untuk parameter TSS adalah filter dengan ketebalan 10cm dengan efektifitas mencapai 11,76%. Ketebalan 20cm efektifitas bernilai minus yaitu -2,94%. Hal ini disebabkan oleh zeolit mengandung pengotor yang dapat

menghalangi terjadinya adsorpsi unsur sadah oleh zeolit [9,10]. Kemungkinan lainnya adalah dikarenakan distribusi adsorbat yang masuk kedalam partikel media filter sebagai

absorben tidak terserap secara maksimal. Selain itu juga, ketebalan filter mengalami kejenuhan karena terlalu tebal .



Gambar 2. Perbandingan efektifitas filtrasi sederhana untuk 3 kombinasi ketebalan

Sedangkan untuk pH, efektifitas tertinggi yaitu ketebalan 20cm yang mencapai 19,6%. Ketebalan 20cm berdasarkan Gambar 2 adalah efektifitas penyerapan tertinggi pada BOD sebesar 35,55% di bandingkan dengan ketebalan 15cm sebesar 22,22% dan ketebalan 10cm sebesar 11,11%. Selain BOD, ketebalan 20cm juga efektif dalam menyaring N total dan COD dengan persentase mencapai 33,33% dan 22,6%. Diperkuat dengan penelitian Yusriani Sapta [11], dengan ukuran karbon aktif yang semakin tebal semakin meningkatkan daya serap karbon aktif. Untuk Hg dan Cd efektifitas sama untuk setiap kombinasi yaitu 0% sehingga dapat dikatakan bahwa proses filtrasi ini tidak efektif dalam pengolahan Hg dan Cd.

Berdasarkan hasil tersebut maka 3 kombinasi ketebalan filter ini efektif untuk menurunkan parameter fisika berupa TSS dengan nilai > 1. Begitu juga untuk parameter kimia berupa pH, BOD, COD dan N total diperoleh nilai >1. Sedangkan untuk parameter logam berat seperti Hg dan Cd, pengolahan ini tidak efektif dalam menurunkan kadar logam tersebut dengan nilai <1. Hal ini mungkin

dikarenakan kadar Hg dan Cd sudah rendah dari sebelum dilakukan proses filtrasi yaitu kurang dari 0 mg/L.

4. KESIMPULAN

Hasil menunjukkan bahwa kombinasi arang aktif dan pasir zeolit efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD, N total, TSS dan pH air lindi pada ketiga jenis ketebalan yaitu 10cm, 15cm dan 20cm. Efektifitas tertinggi dalam menurunkan TSS adalah ketebalan 10cm sebesar 11,76%. Efektifitas tertinggi dalam menurunkan kadar pH, COD, BOD dan N total adalah ketebalan 20cm sebesar 19,6%, 22,6%, 35,5% dan 33,33%. Untuk Hg dan Cd, proses filtrasi untuk setiap ketebalan tidak efektif dalam menurunkan kadar logam berat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. I. Larasati, Efektivitas Adsorpsi Logam Berat Pada Air Lindi Menggunakan Media Karbon Aktif, Zeolit dan silika Gel di TPA Tlekung, Batu (The Effectiveness of Heavy Metals Adsorptions on Leachate by

- Activated Carbon , Zeolite , and Silica Gel in TPA Tlekung , Batu, *J. Sumberd. Alam dan Lingkungan.*, vol. 2 , no. 1, hal. 44–48, 2015.
- [2] Chávez dan Y. L. Galiano, Landfill leachate treatment using activated carbon obtained from coffee waste, *Eng. Sanit. e Ambient.*, vol. 24, no. 4, hal. 833–842, 2019.
- [3] A. B. Irawan dan A. R. Ade Yudono, Studi Kelayakan Penentuan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (Tpa) Di Pulau Bintan Propinsi Kepulauan Riau, *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 12, no. 1, hal 1-11, 2014.
- [4] W. Dan, L. Berat, dan A. I. R. Lindi, Karbon Aktif Terhadap Kebutuhan Oksigen Kimia (Kok), *Abstrak*, vol. 4, no. 2, hal. 140–147, 2009.
- [5] S. Salamah, Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Buah Mahoni Dengan Perlakuan Perendaman Larutan Koh, in *Prosiding Seminar Nasional Teknoin2*, 2008, no. 5, hal. 55–59.
- [6] A. Takwanto, A. Mustain, dan H. P. Sudarminto, Penurunan Kandungan Polutan pada Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi-Adsorpsi Karbon Aktif untuk Memenuhi Standar Baku Mutu Lingkungan, *J. Tek. Kim. dan Lingkung.*, vol. 2, no. 1, hal. 11-16, 2018.
- [7] H. Setyobudiarso dan E. Yuwono, Rancang Bangun Alat Penjernih Air Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Media Penyaring Kombinasi Pasir – Arang Aktif Jurusan Teknik Lingkungan dan Teknik Sipil ITN Malang, *J. Neutrino*, vol. 6, no. 2, hal. 84–90, 2014.
- [8] M. Gemala dan H. Oktarizal, Rancang Bangun Alat Penyaringan Air Limbah Laundry, *Chempublish J.*, vol. 4, no. 1, hal. 38–43, 2019.
- [9] G. Tchobanoglous, F. L. Burton, dan H. D. Stensel, *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. Metcalf {&} Eddy, Inc. 2004.
- [10] B. Schermerhorn, *Introduction to Management*, 13th edition. 2017.
- [11] Y. S. Dewi dan Y. Buchori, Penurunan COD, TSS pada penyaringan air limbah tahu menggunakan media kombinasi pasir kuarsa, karbon aktif, sekam padi dan zeolit, *J. Ilm. satya negara Indones.*, vol. 9, no. 1, hal. 74–78, 2016.