



ARTIKEL ILMIAH

PENURUNAN KANDUNGAN LOGAM Fe PADA AIR LINDI
(LEACHATE) DENGAN MENGGUNAKAN ADSORBEN DARI
LIMBAH DAUN NANAS



Oleh :

AMANATUL AWALIA JUNIARSIH

A2A014023

PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG
2018



HALAMAN JUDUL
**PENURUNAN KANDUNGAN LOGAM Fe PADA AIR LINDI
(LEACHATE) DENGAN MENGGUNAKAN ADSORBEN DARI
LIMBAH DAUN NANAS**



Oleh :
AMANATUL AWALIA JUNIARSIH
A2A014023

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Artikel Ilmiah

**Penurunan Kandungan Logam Fe Pada Air Lindi (*Leachate*) Dengan
Menggunakan Adsorben Dari Limbah Daun Nanas**

Disusun oleh :

Amanatul Awalia Juniarsih A2A014023

Telah disetujui

Penguji

Dr. H. Kahayu Asruji, M.Kes

NIK.28.6.1026.018

Tanggal 28 September 2018

Pembimbing I

Dr. Ratih Sari W., S.Si, M.Kes

NIK.28.6.1026.095

Tanggal 28 September 2018

Pembimbing II

Mifbakhuddin, SKM, M.Kes

NIK.28.6.1026.025

Tanggal 28 September 2018

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Muhammadiyah Semarang

Mifbakhuddin, SKM, M.Kes

NIK.28.6.1026.025

Tanggal 28 September 2018

Penurunan Logam Fe Pada Air Lindi (Leachate) dengan Menggunakan Adsorben Dari Limbah Daun Nanas

Amanatul Awalia Juniarsih,¹ Ratih Sari Wardani,¹ Mifbakhuddin¹
¹Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang

ABSTRAK

Latar Belakang : Air lindi adalah limbah cair yang masuk kedalam timbunan sampah kemudian melarutkan materi yang ada dalam timbunan sampah sehingga memiliki kandungan polutan organik, anorganik dan senyawa kimia. Salah satu kandungan kimia pada air lindi yaitu senyawa Fe (besi). Berdasarkan hasil uji yang dilakukan pada TPA Kalikondang diperoleh kandungan Fe sebesar 6,01 ppm > 5 ppm. Penurunan kadar Fe pada air lindi dapat dilakukan salah satunya yaitu dengan menggunakan adsorben limbah daun nanas. **Metode :** Penelitian ini yaitu menggunakan penelitian *Thru eksperimen* dengan menggunakan rancangan *Factorial Design*. Obyek penelitian yaitu air lindi TPA Kalikondang Demak. Variasi yang digunakan yaitu ukuran partikel 100 mesh, 120 mesh dan 140 mesh dengan waktu kontak 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Dilakukan 3 kali pengulangan sehingga jumlah pengamatan ada 30 sampel yang terdiri dari 27 sampel perlakuan dan 3 sampel kontrol. Hasil pengamatan dianalisis menggunakan *uji two way anova*. **Hasil :** Rata rata hasil sebelum perlakuan kadar Fe adalah 6,603 mg/l dengan simpangan baku 0,085, sedangkan kadar Fe sesudah perlakuan dengan nilai rata rata sebesar 3,612 mg/l dan simpangan baku sebesar 0,321. Hasil rata rata penurunan kadar Fe sesudah perlakuan adalah 2,698 mg/l dengan simpangan baku 0,941. Ada perubahan ukuran partikel adsorben limbah daun nanas terhadap penurunan kadar Fe pada air lindi dengan *p value* = 0,000 ($p < 0,05$), ada perubahan waktu kontak adsorben limbah daun nanas terhadap penurunan kadar Fe pada air lindi dengan *p value* = 0,000 ($p < 0,05$) dan tidak ada interaksi antara ukuran partikel dengan waktu kontak terhadap penurunan kadar Fe pada air lindi dengan *p value* = 0,079 ($p > 0,05$). **Kesimpulan:** pada penelitian ini kondisi optimum ukuran partikel adsorben limbah daun nanas adalah 140 mesh, sedangkan kondisi optimum waktu kontak adsorben limbah daun nanas adalah 120 menit.

Kata kunci : Air Lindi, Adsorben limbah daun nanas, Logam Besi (Fe).

ABSTRACT

Background: Leachate is liquid waste that enters the landfill and then dissolves the material in the landfill so it has organic, inorganic pollutants and chemical compounds. One of the chemical contents in leachate is Fe (iron). Based on the results of the tests performed on Kalikondang landfill, Fe content was obtained at 6.01 ppm > 5 ppm. Decreasing in Fe content in leachate can be done, one of which is by using adsorbent of pineapple leaf waste. **Methods:** This study uses the Thru experimental research using the Factorial Design. The object of research is the leachate water of the Kalikondang Demak landfill. Variations used are particle size of 100 mesh, 120 mesh and 140 mesh with contact time of 60 minutes, 90 minutes and 120 minutes. Three repetitions were carried out so that there were 30 samples consisting of 27 treatment samples and 3 control samples. Observation results were analyzed using the two way anova test. **Results:** The average yield before Fe treatment was 6.603 mg / l with a standard deviation of 0.085, while Fe levels after treatment with an average value of 3.612 mg / l and standard deviation of 0.321. The average results of the decrease in Fe levels after treatment were 2.698 mg / l with standard deviation of 0.941. There was a change in the particle size of the adsorbent for pineapple leaf waste to decrease Fe content in leachate with value = 0,000 ($p < 0,05$), there was a change in contact time of adsorbent for pineapple leaf waste to decrease Fe content in leachate with *p value* = 0,000 ($p < 0,05$) and there is no interaction between particle size and contact time to decrease Fe content in leachate with *p value* = 0.079 ($p > 0.05$). **Conclusion:** in this study the optimum condition of the particle size of the adsorbent for pineapple leaf waste was 140 mesh, while the optimum condition of the contact time of the adsorbent for pineapple leaf waste was 120 minutes.

Keywords: Leachate Water, Adsorbent of pineapple leaf waste, Metal Iron (Fe).

PENDAHULUAN

Sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya¹. Salah satu dampak yang mempengaruhi lingkungan adalah dihasilkannya air lindi (*leachate*) yang merupakan Air buangan sampah. Air lindi adalah air yang terdapat pada sampah atau limbah cair yang masuk kedalam timbunan sampah kemudian melarutkan materi yang ada dalam timbunan sampah tersebut sehingga memiliki kandungan polutan organik dan anorganik. Air lindi mengandung senyawa-senyawa organik (Hidrokarbon, Asam Humat, Sulfat, Tanat dan Galat) dan anorganik (Natrium, Kalium, Kalsium, Magnesium, Klor, Sulfat, Fosfat, Fenol, Nitrogen dan senyawa logam berat) yang tinggi. Konsentrasi dari komponen-komponen tersebut dalam air lindi bisa mencapai 1000 sampai 5000 kali lebih tinggi dari pada konsentrasi dalam air tanah². Air lindi mengandung senyawa kimia seperti Pb, BOD, COD, Nitrit, Fe, Cr dan Merkuri^{3,4,5,6,7}.

Dampak air lindi terhadap lingkungan yang masuk ke badan perairan sungai dapat merubah kondisi fisikokimia perairan. Hal tersebut berdampak terhadap penurunan keanekaragaman dan kelimpahan plankton di perairan sungai, serta dapat mencemari sumur di sekitar TPA pada jarak 1-300 meter. Dampak air lindi bagi kesehatan dapat menyebabkan gejala vertigo dan dermatitis karena disebabkan adanya kandungan merkuri di dalam air lindi yang mencemari sungai atau sumur yang biasa dikonsumsi oleh mahluk hidup^{5,8,9}.

Berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa konsentrasi logam berat Besi (Fe) merupakan logam tertinggi yang ditemukan pada air limbah lindi TPA Kota Banda Aceh yang mencapai 10,9191 ppm dan TPA kota lampung yang mencapai 13,307 ppm. Logam berat yang tergolong esensial seperti Zn, Cu, Fe, Co, dan Mn ditemukan dengan konsentrasi yang kecil. Logam berat Hg, Cd, Pb, dan Cr yang termasuk logam berat non esensial juga ditemukan, dan hanya logam Hg pada golongan ini yang ditemukan di atas standar SNI dengan konsentrasi 0,00463 ppm^{10,11}. Keberadaan logam Fe pada air lindi TPA sangat berbahaya karena logam ini bersifat toksik dapat menyebabkan keracunan (muntah), mudah lelah, mual, nyeri pada perut, dan diare¹¹. Sebelum pembuangan air lindi perlu dilakukannya uji laboratorium untuk mengetahui kadar logam khususnya logam Fe yang terdapat pada air lindi apakah sudah dibawah baku mutu. Sehingga air lindi layak untuk di buang dan tidak mencemari lingkungan. Penurunan logam besi Fe pada air lindi perlu dilakukan jika masih diatas baku mutu. Karena logam besi Fe dapat mengakibatkan pencemaran pada air dan tanah.

Penurunan kadar Fe pada air lindi dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai media yaitu dengan menggunakan adsorben daun nanas, adsorben arang aktif, fitoremediasi dengan tanaman bambu air dan zeloit dan media lainnya^{12,13,7,14}.

Pada penelitian ini penurunan kadar Fe dengan menggunakan adsorben dari limbah daun nanas yang diaplikasikan pada air lindi. Dimana pada penelitian sebelumnya adsorben limbah daun nanas digunakan untuk penurunan Fe pada air gambut dan adsorben logam Ag dan Cu pada limbah cair pabrik. Kandungan selulosa dalam daun nanas (*Ananas comosus*) sebesar 69,6-71%. Dengan kandungan selulosa yang tinggi serta memiliki struktur rongga dalam selulosa daun nanas (*Ananas comosus*) dapat dijadikan adsorben limbah logam berat salah satunya yaitu Fe¹⁵.

Studi pendahuluan telah dilakukan peneliti pada TPA Kalikondang di daerah Demak pada bulan Januari 2018, dengan jumlah timbunan sampah sebesar 65.581,5 m³/tahun. Diperoleh bahwa kandungan Fe dalam air lindi sebesar 6,01 ppm >5 ppm. Artinya menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 tahun 2012 baku mutu Fe pada air limbah adalah 5 ppm, jadi air lindi TPA Kalikondang Demak kandungan Fe nya di atas baku mutu¹⁶. Dimana air lindi di TPA Kalikondang belum dilakukan pengolahan.

Berdasarkan uraian diatas, akan diteliti ukuran partikel dan waktu kontak adsorben limbah daun nanas dalam proses penurunan Fe pada air lindi.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen murni (*True Eksperimen*). Jenis penelitian ini memiliki kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dimana semua variabel variabel perancu dapat dikendalikan. Penelitian ini menggunakan rancangan *Factorial Design*.

Obyek penelitian yang digunakan adalah air lindi TPA Kalikondang Demak. Bahan pembuatan adsorben sebagai penyerap yang berasal dari limbah daun nanas. Sampel penelitian adalah limbah cair (lindi) yang berada di TPA Kalikondang Demak. Dalam penelitian ini banyaknya perlakuan ada 10 sehingga jumlah total subyek pengamatan adalah 30. Dilakukan 3 kali replikasi 1 sampel tanpa perlakuan sebagai kontrol dan 9 macam perlakuan.

Hasil

Pengukuran kadar besi sebelum perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali, masing-masing hasil pengukuran adalah 6,497 mg/l, 6,701 mg/l dan 6,612 mg/l. Rata-rata kadar besi 6,603 mg/l dan simpangan baku sebesar 0,085.

Tabel 1 Kadar besi (Fe) pada air lindi sebelum perlakuan dilakukan pengukuran, diketahui terdapat 27 sampel pada data kadar besi (Fe) sebelum perlakuan dengan nilai minimal 6,497 mg/l dan nilai maksimal 6,701 mg/l. Rata-rata untuk data kadar besi (Fe) sebelum perlakuan adalah sebesar 6,603 mg/l

dengan simpangan baku sebesar 0,085. Kadar besi (Fe) tersebut masih diatas nilai ambang batas (NAB). Baku mutu yang telah ditetapkan untuk kadar besi (Fe) yaitu 5 mg/L. Rata rata kadar air lindi sesudah dilakukan perlakuan sebesar 3,612 mg/l dengan nilai maksimum 4,325 mg/l, minimum 3,188 mg/l dan standar deviasi 0,321 dari 27 sampel air lindi. Setelah dilakukan perlakuan pada air lindi kadar besi (Fe) yang terdapat pada air lindi menunjukkan hasil bahwa kadar besi (Fe) sudah di bawah nilai ambang batas (NAB) yaitu < 5 mg/L

Tabel 1. Kadar Besi (Fe) Air Lindi.

Air Lindi	Maksimum (mg/l)	Minimum (mg/l)	Rata rata (mg/l)	Simpangan baku
Sebelum perlakuan	6,701	6,497	6,603	0,085
Sesudah perlakuan	4,325	3,188	3,612	0,321

Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar besi sesudah perlakuan dengan variasi ukuran partikel 100 mesh memiliki nilai rata rata 3,956 mg/l dengan simpangan baku 0,207, ukuran partikel 120 mesh memiliki nilai rata rata 3,609 mg/l dengan simpangan baku 0,157, sedangkan pada ukuran partikel 140 mesh memiliki nilai rata rata 3,272 mg/l dengan simpangan baku 0,077.

Kadar besi sesudah perlakuan berdasarkan waktu kontak 60 menit memiliki nilai rata rata 3,749 mg/l dengan simpangan baku 0,372, pada variasi waktu kontak 90 menit memiliki rata rata 3,588 mg/l dengan simpangan baku 0,288. Sedangkan pada variasi waktu 120 menit memiliki nilai rata rata 3,499 mg/l dengan simpangan baku 0,279.

Tabel 2. Kadar besi (Fe) sesudah perlakuan dari masing masing sampel berdasarkan ukuran partikel dan waktu kontak adsorben limbah daun nanas.

	n	Minimum (mg/l)	Maksimum (mg/l)	Rata rata (mg/l)	Simpangan baku
Ukuran partikel (rpm)					
100	9	3,678	4,325	3,956	0,207
120	9	3,398	3,896	3,609	0,157
140	9	3,188	3,412	3,272	0,077
Waktu kontak (menit)					
60	9	3,296	4,325	3,749	0,372
90	9	3,215	3,987	3,588	0,288
120	9	3,188	3,982	3,499	0,279

Tabel 3 penurunan kadar logam besi memiliki rata rata 2,698 mg/l dengan simpangan baku 0,941. Sedangkan dalam bentuk persen rata rata penurunan kadar besi (Fe) memiliki nilai rata rata 40,864% dengan simpangan baku 14,260.

Tabel 3. Penurunan kadar logam besi (Fe)

	Maksimum	Minimum	Rata rata	Simpangan baku
Penurunan (mg/l)	3,468	0,034	2,698	0,941
Penurunan (%)	51,75	0,51	40,864	14,260

Pada tabel 4 Rata rata kadar besi (Fe) sesudah perlakuan dengan variasi partikel 100 mesh adalah 40,10%, variasi 120 mesh sebanyak 45,35% dan pada variasi 140 mesh dengan nilai rata rata 50,45%. Berdasarkan uji *two way anova* tentang pengaruh ukuran partikel terhadap penurunan Fe pada air lindi, diperoleh nilai *p value* = 0,000 ($0,000 < 0,05$), Artinya maka terdapat pengaruh yang signifikan antara ukuran partikel terhadap penurunan Fe pada air lindi.

Tabel 4. kadar besi (Fe) Air Lindi Sesudah Perlakuan

Ukuran Partikel	n	Maksimum (%)	Minimum (%)	Rata-rata (%)	Simpangan baku	<i>p value</i>
100	9	43,39	34,59	40,10	2,74	0,00
120	9	47,74	41,86	45,35	2,05	0 (< 0,05)
140	9	51,75	49,08	50,45	1,00	0,05)

Rata rata penurunan kadar besi (Fe) pada sampel air lindi dengan variasi lama kontak 60 menit sebesar 43,22% dengan simpangan baku 5,47. Kemudian untuk rata rata pada variasi waktu kontak 90 menit sebesar 45,66% dengan simpangan baku 4,21. Sedangkan pada variasi lama kontak 120 menit nilai rata rata sebesar 47,01% dengan nilai simpangan baku 4,11. Sedangkan berdasarkan uji *two way anova* tentang pengaruh waktu kontak adsorben limbah daun nenas terhadap penurunan kadar Fe pada air lindi menunjukkan nilai *p value* = 0,000 ($0,000 < 0,05$), sehingga ada perbedaan yang signifikan antara waktu kontak terhadap penurunan Fe. Berikut Hasil lebih jelasnya dapat ditunjukkan pada tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5 Hasil kadar besi air lindi setelah perlakuan dengan variasi waktu kontak

Waktu kontak	n	Maksimum (%)	Minimum (%)	Rata-rata (%)	Simpangan baku	<i>p value</i>
60	9	49,55	34,59	43,22	5,47	0,000 (< 0,05)
90	9	51,36	40,50	45,66	4,21	
120	9	51,75	40,58	47,01	4,11	

Hasil penurunan kadar besi berdasarkan interaksi antara ukuran partikel dan waktu kontak dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini :

Tabel 6. Interaksi antara ukuran partikel dan waktu kontak

Ukura partikel - waktu kontak	Rata rata (%)	Simpangan baku	<i>p value</i>
60 menit	37,122	2,537	0,079
100 mesh 90 menit	41,094	0,910	
120menit	42,094	1,419	
60 menit	43,260	1,427	

120 mesh 90 menit	45,227	0,851
120menit	47,566	0,264
60 menit	49,299	0,233
140 mesh 90 menit	50,662	0,637
120menit	51,378	0,415

Berdasarkan hasil analisis *Two Way Anova* diketahui bahwa hasil uji pengaruh interaksi antara ukuran partikel dan waktu kontak terhadap penurunan kadar besi diperoleh $p\text{-value} = 0,079$ ($>0,05$), maka disimpulkan tidak ada pengaruh interaksi antara ukuran partikel dan waktu kontak terhadap penurunan kadar besi.

PEMBAHASAN

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi logam Fe. Naik turunnya efisiensi adsorpsi dipengaruhi oleh suhu. Penurunan kadar besi (Fe) pada air lindi terjadi pada suhu optimum 26-30°C¹⁷. Pada penelitian ini pengukuran suhu dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang dengan menggunakan termometer pada sampel air lindi. Selama proses penelitian suhu berpengaruh pada hasil penurunan kadar besi (Fe) air lindi. Hasil pengukuran suhu berkisar antara 27,1-27,5 °C.

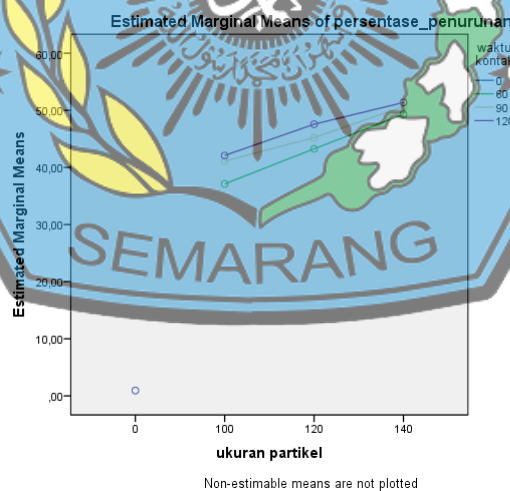
Mekanisme adsorpsi oleh adsorben daun nanas yaitu dengan penyerapan molekul ion logam dalam pori-pori dari adsorben sehingga dapat terpisah dari cairan. Sedangkan jika pori-pori belum terbuka secara sempurna, daya adsorpsi akan berkurang¹⁸. Ukuran partikel mempengaruhi proses adsorpsi¹⁹. Ukuran partikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 100 mesh, 120 mesh, 140 mesh. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa ukuran partikel 100 mesh sudah dapat menurunkan kadar besi pada air lindi. Dimana semakin halus ukuran partikel adsorben, efisiensi penyisihan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel yang kecil mempunyai tenaga inter molekuler yang lebih besar sehingga penyerapannya menjadi lebih baik. Semakin luas permukaan adsorben, maka semakin banyak zat yang teradsorpsi^{19,20}. Sehingga pada penelitian menunjukkan hasil yang paling efektif pada variasi ukuran partikel 140 mesh dengan memiliki nilai $p\text{ value} = 0,000$ ($p < 0,05$). Pada penelitian sebelumnya tentang pengaruh masa dan ukuran partikel adsorben daun nanas terhadap efisiensi penyisihan Fe pada air gambut, dengan menggunakan variasi ukuran partikel 80 mesh, 100 mesh, 120 mesh, didapatkan hasil kondisi optimum pada ukuran partikel 120 mesh¹⁹.

Pengaruh waktu kontak adsorben daun nanas terhadap penurunan kadar besi (Fe) air lindi menunjukkan adanya pengaruh waktu kontak terhadap penurunan kadar besi (Fe) pada air lindi dengan nilai $p\text{ value} = 0,000$ ($p < 0,05$). Hal ini dapat dilihat dari adanya peningkatan penurunan kadar besi pada air lindi yang terjadi seiring dengan lamanya waktu kontak adsorben limbah daun nanas dengan air lindi.

Waktu kontak mempunyai peranan terhadap penurunan kadar besi (Fe) pada air lindi. Penurunan antara waktu kontak 60 menit, 90 menit, dan 120 menit memiliki rata-rata yang menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya waktu kontak, maka penurunan kadar besi (Fe) pada air lindi akan semakin meningkat, sehingga proses penyerapan adsorbat akan lebih baik²⁰. Semakin lama waktu kontak akan mengakibatkan interaksi antara adsorben dengan ion Fe semakin besar, sehingga semakin banyak ion Fe yang teradsorpsi²¹. Pada penelitian sebelumnya tentang Pengaruh Massa Adsorben, Lama Kontak dan Aktivasi Adsorben Menggunakan HCL Terhadap Efektivitas Penurunan Logam Berat (Fe) dengan Menggunakan Abu Layang sebagai Adsorben, dengan menggunakan variasi waktu kontak 60 menit, 75 menit, 90 menit dan 105 menit, didapatkan hasil kondisi waktu kontak optimum terjadi pada menit ke 105²¹.

Hasil *uji two way anova* untuk interaksi ukuran partikel dan waktu kontak adsorben limbah daun nanas terhadap penurunan kadar besi (Fe) air lindi menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara ukuran partikel dan waktu kontak terhadap penurunan kadar besi dengan hasil *p value* = 0,079 ($p > 0,05$). Ukuran partikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 100 mesh, 120 mesh dan 140 mesh. Sedangkan waktu kontak yang digunakan adalah 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Berikut grafik 4.1. Hasil penurunan kadar Besi sebagai berikut :

Grafik 4.3. Hasil penurunan Kadar Besi Air lindi



Berdasarkan hasil grafik 4.3 menunjukkan bahwa penurunan kadar besi pada variasi ukuran partikel 100 mesh, 120 mesh dan 140 mesh mengalami peningkatan penurunan kadar besi disetiap waktu kontak 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Dimana semakin besar ukuran partikel dan semakin lama waktu kontak akan semakin meningkat penurunan kadar besi air lindi. Hasil yang paling efektif untuk penurunan kadar logam besi air lindi yaitu pada ukuran partikel 140 mesh dengan waktu kontak 90 menit. Dihasilkan bahwa tidak ada interaksi antara

ukuran partikel dengan waktu kontak berdasarkan penurunan kadar Fe, dikarenakan selisih angka pada data hanya sedikit atau tidak jauh berbeda.

Pada proses perlakuan adsorben yang telah dicampur dengan air lindi yang kemudian di aduk menggunakan shakker terjadi interaksi dimana adsorben mengendap dan warna adsorben berubah menjadi lebih gelap, yang awal mulanya berwarna coklat berubah menjadi warna hitam gelap setelah di saring dengan kertas saring.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Rata rata kadar Fe sebelum perlakuan sebesar 6,603 mg/l dengan simpangan baku 0,085, kadar tersebut masih diatas nilai ambang batas. Nilai baku mutu yang ditetapkan yaitu 5 mg/l. Sedangkan kadar Fe sesudah perlakuan dengan nilai rata rata sebesar 3,612 mg/l dan simpangan baku sebesar 0,321, kadar tersebut sudah memenuhi nilai ambang batas (dibawah NAB).
2. Rata rata penurunan kadar logam besi sebesar 2,698 mg/l dengan simpangan baku 0,941. Sedangkan dalam bentuk persen rata rata penurunan kadar besi (Fe) memiliki nilai rata rata 40,864% dengan simpangan baku 14,260.
3. Ada pengaruh ukuran partikel adsorben limbah daun nanas terhadap penurunan Fe pada air lindi dengan $p\ value = 0,000$ ($p < 0,05$). Kondisi optimum pada ukuran partikel 140 mesh.
4. Ada pengaruh waktu kontak adsorben limbah daun nanas terhadap penurunan Fe pada air lindi dengan $p\ value = 0,000$ ($p < 0,05$). Kondisi optimum pada waktu kontak 90 menit.
5. Tidak ada interaksi antara ukuran partikel dan waktu kontak terhadap penurunan Fe pada air lindi dengan $p\ value = 0,079$ ($p > 0,05$).

A. Saran

1. **Bagi institusi** : TPA Kalikondang Demak dalam pengolahan air lindi sebaiknya dapat dengan menggunakan adsorben limbah daun nanas untuk menurunkan kadar logam yang terdapat pada air lindi dengan ukuran partikel 140 mesh dan waktu kontak 120 menit.
2. **Bagi peneliti** : Adanya penelitian lebih lanjut mengenai ukuran partikel dan waktu kontak adsorben limbah daun nanas dalam menurunkan kadar besi (Fe) atau adsorben lainnya dalam penurunan kadar logam lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chandra B. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : EGC: 2006.
2. Marasmis W. *Catatan Ilmu Kedokteran Jiwa*. Surabaya: Airlangga University Press; 2008.
3. Kristiyaningsih S, Sudarmaji. Hubungan Pencemaran Pb Lindi Pada Tambak Garam Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Benowo, Surabaya

- Dengan Kadar Pb Dalam Rambut Masyarakat Konsumen Garam. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2008;4(2):21-30.
4. Usman S, Santosa I. Pengolahan Air Limbah Sampah (Lindi) Dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah (Tpa) Menggunakan Metoda Constructed Wetland. *jurnalKesehatan*. 2014;5(2):98-108.
 5. Prayogo B., Sudarmaji. Hubungan Pencemaran Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Benowo Dengan Kadar Merkuri (Hg) Pada Ikan Hasil Tambak Dan Kesehatan Konsumennya. *JurnalKesehat Lingkungan*. 2008;4(2):31-38.
 6. Herlandien Y. *Pemanfaatan Arang Aktif Sebagai Absorban Logam Berat Dalam Air Lindi Di Tpa Pakusari Jember*. Jember : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember; 2013.
 7. Suharto B, Susanawati LD, Wilistien Bi. Penurunan Kandungan Logam Pb Dan Cr Leachate Melalui Fitoremediasi Bambu Air (Equisetum Hyemale) Dan Zeolit. *Jurnal Agrotek*. 2011;5(2):133-143.
 8. Kurniawati A, Nugroho AS, Kaswinarni F. *Dampak Lindi TPA Jatibarang terhadap Keanekaragaman dan Kelimpahan Plankton di Perairan Sungai Kreo Kota Semarang*. 2015:708-713.
 9. Yatim EM, Mukhlis. Pengaruh Lindi (Leachate) Sampah Terhadap Air Sumur Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Air Dingin. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2013;7(2):54-59.
 10. Irhamni, Pandia S, Purba E, Hasan W. *Kandungan Logam Berat pada Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota Banda Aceh*. Banda Aceh: Unsiyah; 2017:19-22.
 11. Hartati E. Studi Pengolahan Kandungan Ion Logam (Fe , Mn , Cu , Zn) Lindi Sampah Oleh Zeolit. *Jurnal Sains MIPA*. 2007;13(1):29-34.
 12. Mumtahanah M, Pujiati, Primiani, CN. Pengolahan Limbah Lindi Tpa Kota Madiun Melalui Kombinasi Metode Filtrasi Dan Fitoremidiasi Sistem Lahan Basah Buatan Menggunakan Tumbuhan Bambu Air (Equisetum Hyemale). 2017:103-109.
 13. Al Kadri MA. Penurunan Kadar Logam Fe Dan Zn Pada Air Lindi Menggunakan Media Karbon Aktif Dan Zeoloit. *Univ Hasanuddin*. 2016.
 14. Setiawan A, Shofiyani A, Syahbanu I. Pemanfaatan Limbah Daun Nanas (Ananas Comosus) Sebagai Bahan Dasar Arang Aktif Untuk Adsorpsi Fe (II). *JKK*; 2017;6(3):66-74.
 15. Handayani A. Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd (II). Surakarta: *Universitas Sebelas maret*. 2010.
 16. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
 17. Putra DE, Astuti FP, Suharyadi E. Studi Penurunan Kadar Logam Besi (Fe) pada Limbah Batik dengan Sistem Purifikasi Menggunakan Adsorben

- Nanopartikel Magnetic (Fe_3O_4). 2014:250-252.
18. Wardani AY, Nirmala W. Pemanfaatan Daun Nanas (Ananas Comosus) Sebagai Adsorben Logam Ag Dan Cu Pada Limbah Industri Perak Di Kotagede Yogyakarta. *Jurnal PELITA*. 2012;7(1):89-96.
 19. Reyra AS, Daud S, Yenti SR. Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Daun Nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe Pada Air Gambut. *Jurnal FTEKNIK*. 2003;4(2):1-9.
 20. Syauqiah I, Amalia M, Kartini H.A. Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Jurnalinfo Teknik*. 2011;12(1):11-20.
 21. Irawan- C, Dahlan- B, Retno- N. Pengaruh Massa Adsorben, Lama Kontak Dan Aktivasi Adsorben Menggunakan HCl Terhadap Efektivitas Penurunan Logam Berat (Fe) Dengan Menggunakan Abu Layang Sebagai Adsorben. *Jurnal Teknologi Terpadu*. 3(2).

