



ARTIKEL ILMIAH

**PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN BERAT ADSORBEN
AMPAS TAHU TERHADAP PENURUNAN KADAR LOGAM BESI (Fe)
PADA AIR LINDI**

Diajukan sebagai salah satu syarat
mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh :
WINDY AULIA PRADITA

A2A014028

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG**

2018

HALAMAN PENGESAHAN

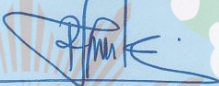
Artikel Ilmiah

**Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Berat Adsorben Ampas Tahu
terhadap Penurunan Kadar Logam Besi (Fe) pada Air Lindi**


Disusun oleh :
Windy Aulia Pradita A2A014028

Telah disetujui

Penguji


Dr. Ir. Rahayu Astuti, M.Kes
NIK.28.6.1026.018
Tanggal 28 September 2018

Pembimbing I



Mifbakhuddin, SKM, M.Kes
NIK.28.6.1026.025
Tanggal 28 September 2018

Pembimbing II


Dr. Ratih Sari W, S.Si, M.Kes
NIK.28.6.1026.095
Tanggal 28 September 2018

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Muhammadiyah Semarang


Mifbakhuddin, S.KM, M.Kes
NIK. 28.6.1026.025
Tanggal.28 September 2018

PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN BERAT ADSORBEN AMPAS TAHU TERHADAP PENURUNAN KADAR LOGAM BESI (Fe) PADA AIR LINDI

Windy Aulia Pradita,¹ Mifbakhuddin,¹ Ratih Sari Wardani¹

¹Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang

ABSTRAK

Latar Belakang: Air lindi adalah cairan bersifat toksik yang terbentuk dari timbunan sampah dengan kandungan organiknya yang tinggi dan juga unsur logam. Salah satu unsur logam yang terkandung dalam air lindi adalah logam besi (Fe). Pengolahan air lindi dapat dilakukan dengan proses adsorpsi. Bahan penyerap yang dapat digunakan adalah ampas tahu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dan berat adsorben ampas tahu terhadap penurunan kadar logam besi (Fe) pada air lindi. **Metode:** Jenis penelitian yang digunakan yaitu *True Experiment* (Eksperimen murni) dengan *Factorial Design* (Rancangan Faktorial). Obyek penelitian yaitu air lindi TPA Kalikondang Demak. Variabel bebas dalam penelitian ini kecepatan pengadukan (70 rpm, 90 rpm dan 110 rpm) dan berat adsorben (800 mg, 1000 mg dan 1200 mg). Variabel terikatnya adalah penurunan kadar besi. Dilakukan 3 kali pengulangan sehingga jumlah pengamatan 30 sampel yang terdiri dari 27 sampel perlakuan dan 3 sampel kontrol. Hasil pengamatan dianalisis menggunakan uji statistik *Two Way Anova* dan uji lanjutan *Post Hoc LSD*. **Hasil:** Rata-rata kadar besi sebelum perlakuan adalah 6,603 mg/l sedangkan rata-rata kadar besi sesudah perlakuan sebesar 2,426 mg/l. Rata-rata penurunan kadar logam besi sebesar 3,766 mg/l (57,04%). Ada pengaruh kecepatan pengadukan ($p\text{-value} = 0,034$) dan berat adsorben ($p\text{-value} = 0,001$) terhadap penurunan kadar besi. Tidak ada pengaruh interaksi antara kecepatan pengadukan dan berat adsorben terhadap penurunan kadar besi ($p\text{-value} = 0,991$). **Simpulan:** Kondisi optimum adsorben ampas tahu dalam mengadsorpsi logam besi pada air lindi yaitu pada kecepatan pengadukan 70 rpm dengan berat adsorben 1200 mg.

Kata kunci: Adsorpsi, ampas tahu, besi (Fe), air lindi

THE INFLUENCE OF STIRRING SPEED AND THE ABSORBEN WEIGHT OF TOFU WASTE TO THE IMPACT ON THE REDUCTION OF IRON (Fe) METAL LEVELS ON LEACHATE

Windy Aulia Pradita,¹ Mifbakhuddin,¹ Ratih Sari Wardani¹

¹Faculty of Public Health University of Muhammadiyah Semarang

ABSTRACT

Background: Leachate is a toxic liquid formed from landfill with high organic content and also metal elements. One of the metal elements contained in leachate is iron (Fe) metal. Leachate treatment can be done by the adsorption process. The adsorbent material that can be used is tofu. The aim of this study was to The Influence Of Stirring Speed And The Absorbden Weight Of Tofu Waste To The Impact On The Reduction Of Iron (Fe) Metal Levels On Leachate. **Method:** The type of research used is True Experiment with Factorial Design. The object of the study is the leachate of the Kalikondang Demak landfill. The independent variable in this study was the stirring speed (70 rpm, 90 rpm and 110 rpm) and the weight of adsorbden (800 mg, 1000 mg and 1200 mg). The dependent variable is the decrease in iron content. Three repetitions were carried out so that the number of observations was 30 samples consisting of 27 treatment samples and 3 control samples. Observations were analyzed using the Two Way Anova statistical test and LSD Post Hoc follow-up test. **Results:** The average of the iron content before treatment was 6.603 mg/l while the average iron content after treatment was 2.426 mg/l. The decreasing average in iron metal content was 3.766 mg / l (57.04%). There is an effect of stirring speed ($p\text{-value} = 0.034$) and weight of adsorbent ($p\text{-value} = 0.001$) to the decreasing iron content. There was no interaction effect between stirring speed and weight of adsorbent on decreasing iron content ($p\text{-value} = 0.991$). **Conclusion:** The optimum condition of tofu waste adsorbent in adsorbing iron metal in leachate water is at a stirring speed of 70 rpm with adsorbent weight of 1200 mg.

Keywords: Adsorption, tofu waste, iron (Fe), leachate.

Pendahuluan

Sampah adalah suatu barang atau bahan yang sengaja maupun tidak sengaja dibuang yang bersumber baik dari kegiatan manusia ataupun alam yang belum memiliki nilai ekonomis, sehingga diperlukan pengelolaan lebih lanjut.¹ Sampah yang tertimbun secara terus menerus akan menghasilkan air lindi.

Air lindi merupakan cairan yang bersifat toksik dengan kandungan organik yang tinggi dan juga unsur logam.² Karakteristik air lindi ditentukan oleh beberapa parameter yaitu *Total Dissolved Solid* (TDS), konduktivitas listrik, pH, suhu, COD, BOD dan kandungan logam berat.³ Logam pada air lindi meliputi Besi (Fe), Nikel (Ni), Seng (Zn), Cobalt (Co), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Krom (Cr), Merkuri (Hg), serta Kadmium (Cd).⁴ Keberadaan TPA dapat menimbulkan pencemaran udara yaitu berupa aroma/bau sampah yang tidak sedap.⁵ Selain itu, terdapatnya kandungan unsur kimia pada air lindi dapat menyebabkan pencemaran lingkungan di sekitar TPA seperti pencemaran pada tanah, air tanah dan air sungai.⁶⁻⁸ Masyarakat yang memanfaatkan air yang telah tercemar oleh air lindi dapat mengalami gatal-gatal, kulit menjadi merah, kulit panas, mata merah, mata terasa gatal dan panas.⁹

Berdasarkan penelitian sebelumnya, kandungan logam besi pada TPA Banda Aceh dan TPA Muara Fajar berturut-turut adalah 10,91 mg/l dan 9,83 mg/l.^{4,6} Nilai tersebut telah melebihi nilai ambang batas (NAB) logam besi (Fe) berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu 5 mg/L.¹⁰ Kadar logam besi (Fe) pada air yang melebihi baku mutu menyebabkan air mempunyai kekeruhan (zat tersuspensi) yang besar, dapat dilihat dari warna air yang kecoklatan dan berbau.¹¹ Selain itu besi juga dapat berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat, seperti mudah lelah, mual, muntah, nyeri pada perut, dan diare.¹²

Penurunan kadar besi (Fe) dapat dilakukan dengan metode adsorpsi menggunakan adsorben dari limbah. Adsorpsi merupakan suatu peristiwa penyerapan suatu molekul-molekul gas, pelarut atau zat terlarut pada permukaan zat padat sehingga membentuk suatu lapisan tipis.¹³ Salah satu limbah yang dapat digunakan sebagai penyerap logam adalah ampas tahu. Ampas tahu merupakan

limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu. Ampas tahu kering mempunyai kandungan protein 19,45%; lemak 6,55% serta serat kasar 21,67%.¹⁴ Adsorpsi dengan pemanfaatan ampas tahu karena adanya kandungan protein dan serat dalam ampas tahu, sehingga logam yang bersifat toksik dapat diserap oleh ampas tahu.¹⁵ Faktor-faktor seperti berat adsorben, waktu kontak, kecepatan pengadukan, waktu pengadukan, ukuran partikel dan suhu sangat mempengaruhi proses adsorpsi.¹⁵⁻¹⁸

Hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan, kadar logam besi (Fe) pada air lindi TPA Kalikondang Demak sebesar 6,01 mg/L, nilai tersebut telah melebihi nilai ambang batas (NAB) logam besi (Fe) berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 tahun 2012 Lampiran IX tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Usaha dan/atau Kegiatan yang Belum Ditetapkan Baku Mutunya yaitu 5 mg/L.¹⁹ TPA Kalikondang merupakan salah satu tempat yang menampung pembuangan sampah Kabupaten Demak dengan luas lahan \pm 3 Ha. Pada tahun 2017 jumlah timbunan sampah yang ada di TPA Kalikondang \pm 65.581,5 m³/tahun. TPA Kalikondang masih menggunakan sistem pembuangan terbuka (*open dumping*). Komposisi sampah yang dibuang di TPA terdiri dari berbagai jenis sampah, baik organik ataupun anorganik.

Berdasarkan uraian di atas, perlu diteliti pengaruh kecepatan pengadukan dan berat adsorben ampas tahu terhadap penurunan kadar logam besi (Fe) pada air lindi. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah ampas tahu guna meningkatkan nilai tambah limbah tahu dan mutu buangan air lindi.

Metode

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *True Experiment* (Eksperimen murni) dengan *Factorial Design* (Rancangan Faktorial). Tujuannya yaitu untuk mempelajari pengaruh setiap variabel bebas ataupun pengaruh interaksi antar variabel bebas terhadap variabel terikat.

Obyek penelitian yaitu air lindi TPA Kalikondang Demak. Sebagai bahan pembuatan penyerap (adsorben) digunakan limbah tahu yang berasal dari limbah pembuatan tahu di Kota Semarang. Variasi kecepatan pengadukan yang digunakan yaitu 70 rpm, 90 rpm dan 110 rpm. Variasi berat adsorben yang

digunakan yaitu 800 mg, 1000 mg dan 1200 mg. Dilakukan 3 kali pengulangan sehingga jumlah pengamatan 30 sampel yang terdiri dari 27 sampel perlakuan dan 3 sampel kontrol. Hasil pengamatan dianalisis menggunakan uji statistik *Two Way Anova* dan uji lanjutan *Post Hoc LSD*.

Hasil Penelitian

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. Kadar logam besi tersebut telah melebihi nilai ambang baku mutu yang telah ditetapkan yaitu sebesar 5 mg/l.

Pada tabel 1. menunjukkan bahwa rata-rata kadar besi pada kecepatan pengadukan 70 rpm sebesar 2,359 mg/l dan simpangan baku sebesar 0,170. Pada kecepatan pengadukan 90 rpm rata-rata kadar besi sebesar 2,413 mg/l dan simpangan baku sebesar 0,159. Rata-rata kadar Fe pada kecepatan pengadukan 110 rpm sebesar 2,507 mg/l dan simpangan baku sebesar 0,178.

Tabel 1. menunjukkan bahwa rata-rata kadar besi pada berat adsorben 800 mg sebesar 2,545 mg/l dan simpangan baku sebesar 0,137. Pada berat adsorben 1000 mg rata-rata kadar besi sebesar 2,432 mg/l dan simpangan baku sebesar 0,177. Rata-rata kadar besi pada berat adsorben 1200 mg sebesar 2,302 mg/l dan simpangan baku sebesar 0,123.

Tabel 1. Kadar Besi (Fe) Sesudah Perlakuan dari Masing-Masing Sampel Berdasarkan Kecepatan Pengadukan dan Berat Adsorben

	n	Terendah (mg/l)	Tertinggi (mg/l)	Rata-rata (mg/l)	Simpangan baku
Kecepatan Pengadukan (rpm)					
70	9	2,078	2,592	2,359	0,170
90	9	2,198	2,681	2,413	0,159
110	9	2,217	2,762	2,507	0,178
Berat Adsorben (mg)					
800	9	2,413	2,762	2,545	0,137
1000	9	2,146	2,690	2,432	0,177
1200	9	2,078	2,488	2,302	0,123

Berdasarkan tabel 2. penurunan kadar logam besi terendah sebesar 0,034 mg/l (0,51%) yaitu pada kelompok kontrol, penurunan kadar logam besi tertinggi

pada kelompok perlakuan yaitu 4,419 mg/l (68,02%) dengan rata-rata penurunan sebesar 3,766 mg/l (57,04%) dan simpangan baku 1,262 (19,15).

Tabel 2. Penurunan Kadar Besi Setelah Proses Adsorpsi

	Terendah	Tertinggi	Rata-rata	Simpangan baku
Penurunan (mg/l)	0,034	4,419	3,766	1,262
Penurunan (%)	0,51	68,02	57,04	19,15

Untuk lebih jelasnya penurunan kadar besi (Fe) sesudah perlakuan dari masing-masing sampel berdasarkan kecepatan pengadukan dan berat adsorben dapat dilihat pada tabel 3. Dan 4.

Tabel 3. Penurunan Kadar Besi Berdasarkan Kecepatan Pengadukan

Kecepatan Pengadukan (rpm)	n	Terendah (%)	Tertinggi (%)	Rata-rata (%)	Simpangan baku	<i>p-value</i>
70	9	61,32	68,02	64,30	2,27	0,034 (<0,05)
90	9	59,99	66,17	63,47	2,06	
110	9	58,78	65,88	62,05	2,35	

Berdasarkan tabel 3. disimpulkan ada pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penurunan kadar besi ($p\text{-value} = 0,034$). Rata-rata penurunan kadar besi pada kecepatan pengadukan 70 rpm sebesar 64,30 % dan simpangan baku sebesar 2,27. Pada kecepatan pengadukan 90 rpm rata-rata penurunan kadar besi sebesar 63,47 % dan simpangan baku sebesar 2,06. Rata-rata penurunan Fe pada kecepatan pengadukan 110 rpm sebesar 62,05 % dan simpangan baku sebesar 2,35.

Tabel 4. Penurunan Kadar Besi Berdasarkan Berat Adsorben

Berat Adsorben (mg)	n	Terendah (%)	Tertinggi (%)	Rata-rata (%)	Simpangan baku	<i>p-value</i>
800	9	58,78	63,28	61,47	1,70	0,001 (<0,05)
1000	9	59,86	66,97	63,20	2,24	
1200	9	62,87	68,02	65,16	1,50	

Berdasarkan tabel 4. disimpulkan ada pengaruh berat adsorben terhadap penurunan kadar besi ($p\text{-value} = 0,001$). Rata-rata penurunan kadar besi dengan berat adsorben 800 mg sebesar 61,47 % dan simpangan baku sebesar 1,70. Pada berat adsorben 1000 mg rata-rata penurunan besi sebesar 63,20 % dan simpangan

baku sebesar 2,24. Rata-rata penurunan besi menggunakan berat adsorben 1200 mg sebesar 65,16 % dan simpangan baku sebesar 1,50.

Hasil penurunan kadar besi berdasarkan interaksi antara kecepatan pengadukan dan berat adsorben dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Penurunan Kadar Besi Berdasarkan Kecepatan Pengadukan dan Berat Adsorben

Kecepatan pengadukan	Berat Adsorben	Rata-rata (%)	Simpangan baku	<i>p-value</i>
0 rpm	0 mg	0,94	0,38	
70 rpm	800 mg	62,47	1,03	
	1000 mg	64,19	2,56	
	1200 mg	66,23	1,56	
90 rpm	800 mg	61,84	1,60	0,991 (>0,05)
	1000 mg	63,53	2,36	
	1200 mg	65,05	1,03	
110 rpm	800 mg	60,09	1,82	
	1000 mg	61,87	1,91	
	1200 mg	64,21	1,53	

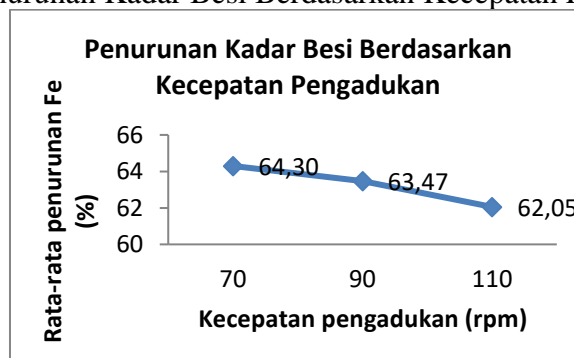
Berdasarkan hasil analisis *Two Way Anova* diketahui bahwa hasil uji pengaruh interaksi antara kecepatan pengadukan dan berat adsorben terhadap penurunan kadar besi diperoleh $p\text{-value} = 0,991 (>0,05)$, maka disimpulkan tidak ada pengaruh interaksi antara kecepatan pengadukan dan berat adsorben terhadap penurunan kadar besi.

Pembahasan

A. Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap Penurunan Kadar Logam Besi (Fe) pada Air Lindi

Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penurunan kadar logam besi dapat dilihat pada grafik 1.

Grafik 1. Penurunan Kadar Besi Berdasarkan Kecepatan Pengadukan

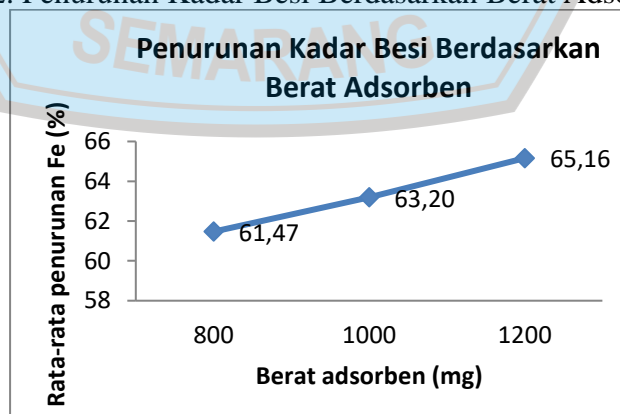


Pada penelitian ini digunakan variasi kecepatan pengadukan 70 rpm, 90 rpm dan 110 rpm. Adanya kandungan protein dan serat yang terkandung dalam ampas tahu akan menyerap molekul-molekul besi terlarut dalam air lindi, dimana protein dan serat berperan sebagai gugus fungsi dalam mengikat ion logam. Dengan demikian polutan logam besi yang terserap oleh adsorben akan membentuk suatu lapisan di permukaan adsorben. Hal ini dapat menyebabkan kadar logam besi air lindi mengalami penurunan.¹⁵ Berdasarkan grafik 1. diketahui bahwa pada kecepatan pengadukan 70 rpm dapat menurunkan kadar besi paling tinggi yaitu dengan persentase penurunan 64,30 %. Semakin cepat kecepatan pengadukan maka penurunan kadar besi semakin sedikit. Hal ini disebabkan karena pengadukan yang terlalu cepat menyebabkan partikel besi yang telah terserap oleh adsorben terlepas kembali dikarenakan ikatan yang kurang stabil antara partikel besi dan adsorben.¹⁶ Oleh karena itu, kecepatan pengadukan 70 rpm lebih efektif dalam proses adsorpsi logam besi dibandingkan dengan kecepatan pengadukan 90 rpm dan 110 rpm.

B. Pengaruh Berat Adsorben terhadap Penurunan Kadar Logam Besi (Fe) pada Air Lindi

Pengaruh berat adsorben terhadap penurunan kadar logam besi dapat dilihat pada grafik 2

Grafik 2. Penurunan Kadar Besi Berdasarkan Berat Adsorben



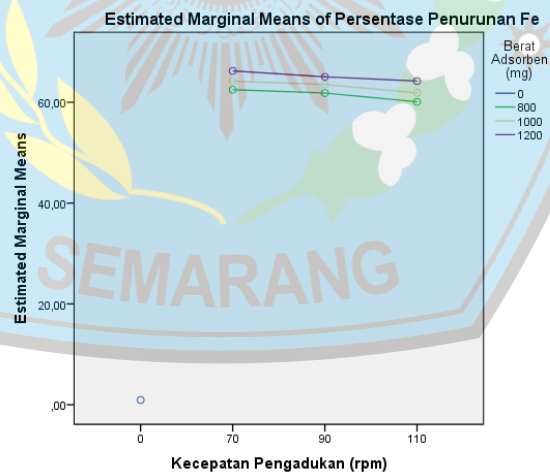
Berdasarkan grafik 2. diketahui bahwa penurunan pada berat adsorben ampas tahu 1200 mg dapat menurunkan kadar besi paling tinggi yaitu dengan

persentase penurunan 65,16%. Oleh karena itu, berat adsorben ampas tahu yang paling efektif untuk menurunkan kadar besi pada penelitian ini adalah adsorben ampas tahu dengan berat 1200 mg. Semakin banyak adsorben yang digunakan semakin tinggi penurunan kadar besi. Hal ini dikarenakan dengan semakin banyak adsorben maka jumlah partikel yang mengikat besi semakin banyak.²⁰ Dengan teradsorpsinya logam besi yang ada pada air lindi oleh adsorben ampas tahu, maka kadar besi pun dapat mengalami penurunan. Besi teradsorpsi oleh adsorben ampas tahu karena adanya gaya tarik menarik antara ion logam besi dan gugus fungsi serat dan protein dalam ampas tahu. Besi yang telah teradsorpsi oleh adsorben ampas tahu akan membentuk suatu lapisan dipermukaan adsorben ampas tahu.¹⁵

C. Pengaruh Interaksi antara Kecepatan Pengadukan dan Berat Adsorben terhadap Penurunan Kadar Logam Besi (Fe) pada Air Lindi

Pengaruh interaksi antara kecepatan pengadukan dan berat adsorben terhadap penurunan kadar besi dapat dilihat pada grafik 3.

Grafik 3. Pengaruh Interaksi Antara Kecepatan Pengadukan dan Berat Adsorben terhadap Penurunan Kadar Besi



Pada penelitian ini diketahui bahwa tidak ada pengaruh interaksi antara kecepatan pengadukan dan berat adsorben terhadap penurunan kadar besi. Hal ini disebabkan karena variasi kecepatan pengadukan dan berat adsorben yang digunakan memiliki variasi hampir sama, maka kemampuan penurunan kadar besi juga hampir sama, sehingga data hasil penurunan kadar besi yang dihasilkan tidak jauh beda. Setelah dilakukan pengadukan dengan berbagai

variasi kecepatan pengadukan, adsorben ampas tahu yang digunakan pada proses adsorpsi akan mengendap di permukaan bawah larutan.

Berdasarkan grafik 4.3. penurunan kadar besi pada variasi kecepatan pengadukan mengalami penurunan dari kecepatan pengadukan 70 rpm, 90 rpm dan 110 rpm. Hal ini dikarenakan ikatan yang tidak stabil antar polutan besi dan adsorben ampas tahu. Akan tetapi, jika dilihat dari masing-masing variasi berat adsorben, semakin banyak berat adsorben, penurunan kadar besi semakin tinggi. Dengan demikian, berdasarkan variasi kecepatan pengadukan dan berat adsorben yang paling efektif dalam penurunan kadar besi adalah pada kecepatan 70 rpm dengan berat adsorben 1200 mg.

Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

1. Rata-rata kadar besi sebelum perlakuan adalah 6,603 mg/l sedangkan rata-rata kadar besi sesudah perlakuan sebesar 2,426 mg/l.
2. Rata-rata penurunan kadar logam besi pada kelompok kontrol dan perlakuan sebesar 3,766 mg/l (57,04%) dengan simpangan baku 1,262.
3. Ada pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penurunan kadar besi dengan $p\text{-value} = 0,034$ ($p < 0,05$). Kondisi optimum adsorben ampas tahu dalam mengadsorpsi logam besi pada air lindi yaitu dengan kecepatan pengadukan 70 rpm.
4. Ada pengaruh berat adsorben terhadap penurunan kadar besi, dengan $p\text{-value} = 0,001$ ($p < 0,05$). Kondisi optimum adsorben ampas tahu dalam mengadsorpsi logam besi pada air lindi yaitu dengan berat adsorben 1200 mg.
5. Tidak ada pengaruh interaksi antara kecepatan pengadukan dan berat adsorben terhadap penurunan kadar besi dengan $p\text{-value} = 0,991$ ($p > 0,05$)

B. Saran

1. Bagi Institusi

Bagi Institusi terkait untuk mempertegas peraturan dalam hal pengolahan air lindi TPA agar melaksanakan pengolahan limbah cair sebelum limbah di alirkan ke badan air atau lingkungan sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan.

2. Bagi Peneliti Lain

Perlu dilakukan uji coba untuk menambah berat adsorben ampas tahu agar dapat menurunkan kadar besi air lindi dengan efisiensi adsorpsi mencapai 100%. Perlu dilakukan uji coba untuk membandingkan adsorben ampas tahu tanpa pengarang dengan karbon aktif ampas tahu dalam menurunkan kadar besi. Perlu dilakukan uji coba baru adsorben ampas tahu terhadap parameter logam lain.

Daftar Pustaka

1. Hartono R. *Penangan Dan Pengolahan Sampah*. Bogor: Penebar Swadaya; 2008.
2. Arief LM. *Pengolahan Limbah Industri: Dasar-Dasar Pengetahuan Dan Aplikasi Di Tempat Kerja*. Yogyakarta: CV Andi Offset; 2016.
3. Afdal. Karakteristik Lindi dari Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Air Dingin, Kota Padang, Sumatera Barat. 2016.
4. Irhamni, Pandia S, Purba E, Hasan W. Serapan Logam Berat Esensial dan Non Esensial pada Air Lindi TPA Kota Banda Aceh Dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan. 2017;II(3):134-140.
5. Sukrorini T, Budiastuti S, Ramelan AH, Kafiari FP. Kajian Dampak Timbunan Sampah Terhadap Lingkungan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Surakarta. 2014;6(3).
6. Darmayanti L, Yusa M, RA E. Identifikasi Tanah Tercemar Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Muara Fajar dengan Metode Geolistrik. *J Bumi Lestari*. 2011;11(2):371-378.
7. Subagiyo L, Lazar PA, Sumaryono. Sebaran Indikasi Air Tanah Terkontaminasi Lindi Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Bukit Pinang Kota Samarinda. *J Phys Sci Eng*. 2017;2(1):13-19.
8. Oktawian W, Priyambada I. Pola Penyebaran Limpasan Logam Lindi TPA Jatibarang Pada Air Sungai Kreo. 2008;4.
9. Harahap A, Naria E, Santi DN. Analisis Kualitas Air Sungai Akibat

- Pencemaran Tempat Pembuangan Akhir Sampah Batu Bola dan Karakteristik Serta Keluhan Kesehatan Pengguna Air Sungai Batang Ayumi di Kota Padangsidimpuan. 2012:1-9.
10. Pemerintah Indonesia. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. 2014;(1815).
 11. Arba HN. Identifikasi Logam Besi (Fe) pada Zonasi Radius 1-5 KM Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Antang Makasar terhadap Pengaruh Kualitas Sumur Air Gali. 2017.
 12. Putri TA, Yudhastuti R. Kandungan Besi (Fe) pada Air Sumur dan Gangguan Kesehatan Masyarakat di Sepanjang Sungai Porong. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2013;7(1):64-70.
 13. R.A. Day J& ALU. Analisis kimia kuantitatif. In: Penerbit Erlangga; 2002.
 14. Bulu S, Sugiono, Cahyanto H, Rianto E, Reksowardojo DH, Purnomoadi A. Pemanfaatan Protein Pakan pada Domba Ekor Tipis Jantan (The Effect of Dry Tofu Waste Supplementation on Dietary Protein Utilisation in Thin Tail Rams Fed Napier Grass as a Basal Diet). 2004:213-219.
 15. Nohong. Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom , Kadmiun dan Besi Dalam Air Lindi TPA. *Pembelajaran Sains*. 2010;6(2):257-269.
 16. Syaunqiah I, Amalia M, Kartini HA. Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengadukan pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. 2011;12(1):11-20.
 17. Hidayah N, Deviyani E, Wicakso DR. Adsorpsi Logam Besi (Fe) Sungai Barito Menggunakan Adsorben dari Batang Pisang. 2012;1(1):19-26.
 18. Asip F, Mardhiah R, Husna. Uji Efektifitas Cangkang Telur Dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch. *J Tek Kim*. 2008;15(2):22-26.
 19. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah. *Peraturan Daerah Provinsi JawaTengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi JawaTengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah.*; 2012.
 20. Suziyana. Pengaruh Massa Adsorben Batang Pisang dan Waktu Kontak Adsorpsi Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe dan Kapasitas Adsorpsi Pada Pengolahan Air Gambut. 2017;4(1):1-9.