

PENGOLAHAN LINDI (Leachate) DARI TPA DENGAN PROSES ELEKTROKOAGULASI – SEDIMENTASI DAN FILTRASI

Ivnaini Andesgur¹, Luqman Hakim², Tatang Shabur Julianto³

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

²Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia

³Jurusan Kimia, Universitas Islam Indonesia

E-mail : ivnainiandesgur@gmail.com

ABSTRAK

Lindi merupakan salah satu penyebab pencemaran air di sekitar TPA. Lindi adalah cairan yang telah melewati sampah dan mengekstraksi material terlarut dan tersuspensi yang sangat halus dari sampah yang ditimbun di TPA, mengandung sejumlah zat-zat kimia beracun, bakteri patogen, senyawa organik dan konstituen lainnya yang terlarut dan tersuspensi di dalam tanah. Hal ini menyebabkan kandungan logam dan material organik dalam lindi sangat tinggi, seperti Fe 19,205 mg/l dan nitrit 1,48 mg/l. Pada penelitian ini akan dilihat penurunan konsentrasi Fe, nitrat dan konsentrasi nitrit pada lindi TPA Piyungan dengan proses elektrokoagulasi – sedimentasi dan filtrasi menggunakan elektroda tembaga dan aluminium. Dengan variasi dosis tawas (1500 ppm dan 2000 ppm) dan waktu kontak (25 menit, 50 menit, 75 menit dan 100 menit). Hasil dari penelitian ini didapatkan efisiensi penurunan terbaik 84 % untuk parameter Fe, 77 % untuk parameter nitrat dan 97 % untuk parameter nitrit pada bak filtrasi dengan koagulan tawas 1500 ppm dan waktu kontak 25 menit. Efluen hasil elektrokoagulasi bila didasarkan pada baku mutu kualitas air golongan empat PP. No. 82 Tahun 2001 nilai konsentrasi Fe, nitrat dan nitrit sudah memenuhi baku mutu dipersyaratkan yaitu konsentrasi Fe sebesar ≤ 5 mg/l, nitrat sebesar 20 mg/l dan nitrit sebesar 0.06 mg/l.

Kata kunci: Elektrokoagulasi, Filtrasi, Lindi, Sedimentasi

ABSTRACT

Leachate is one of the causes of water pollution around the landfill. Leachate is the liquid that has passed through the garbage and extracting the dissolved and suspended materials are highly refined from waste disposed in the landfill, it contains a number of toxic chemicals, pathogenic bacteria, organic compounds and other constituents dissolved and suspended in the ground. This causes the metal content and organic matter in the leachate is very high, such as Fe 19.205 mg / l and nitrite 1.48 mg / l. This study will be a decrease in the concentration of Fe, nitrates and nitrites in landfill leachate Piyungan with electrocoagulation process - sedimentation and filtration using copper and aluminum electrodes. With dose variation of alum (1500 ppm and 2000 ppm) and contact time (25 minutes, 50 minutes, 75 minutes and 100 minutes). Results of this study found a decrease in the best efficiency for parameter Fe 84%, efficiency for parameter nitrates 77% and efficiency for parameter nitrites 97% in the tub for filtering parameters with alum coagulant 1500 ppm and a contact time of 25 minutes. Results electrocoagulation waste when it is based on the water quality standard group of four PP. No. 82 of 2001 the value of the concentration of Fe, nitrate and nitrite already meet the required quality standards, namely Fe concentration of ≤ 5 mg / l, nitrate of 20 mg / l and nitrite of 0,06 mg / l.

Keywords: Electrocoagulation, Filtration, Leachate, Sedimentation

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) adalah sarana fisik untuk berlangsungnya upaya kegiatan pengelolaan dan pengolahan akhir sampah padat. Adanya tempat penimbunan sampah pada TPA Piyungan mengalami dekomposisi sampah organik

yang akan menghasilkan gas-gas dan cairan yang disebut lindi. Lindi dari TPA merupakan bahan pencemar yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan mencemari lingkungan dan biota perairan, karena dalam lindi tersebut terdapat berbagai senyawa kimia organik maupun anorganik serta sejumlah bakteri patogen (Arif, 1989 dalam Susanto dkk., 2004), selain itu juga

mengandung amoniak, nitrat, nitrit, timbal dan mikroba parasit seperti kutu air (*sacrotes sp*) yang dapat menyebabkan gatal-gatal pada kulit (Sutomo dkk., 2000 dalam Susanto dkk., 2004)

Pengelolaan sampah di TPA Piyungan menggunakan metode *Controlled Landfill*, yaitu suatu metode peralihan antara metode *Open Dumping* dengan metode *Sanitary Landfill*. Di TPA sampah selalu terjadi proses dekomposisi sampah organik yang menghasilkan gas-gas dan cairan yang disebut dengan air lindi (*leachate*). Air lindi mengandung bahan-bahan kimia baik organik maupun anorganik dan sejumlah bakteri baik bersifat patogen ataupun tidak patogen. Adanya air lindi di TPA Piyungan ini sangat berpotensi mencemari sungai Opak, yang merupakan salah satu sungai yang melintasi wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Lindi yang ditampung di kolam penampungan selanjutnya dialirkan ke sungai setelah melalui beberapa kolam parameter-parameter yang diteliti dapat diturunkan, penurunan terbesar > 90 % untuk parameter COD, BOD dan Angka Kuman, sedangkan untuk parameter NH₃ dan TSS < 90 %, namun penggunaan tawas tidak berpengaruh terhadap penurunan angka kuman yang ada.

Koagulasi dapat diperoleh dengan cara kimia maupun listrik. Koagulasi kimiawi sekarang ini menjadi kurang diminati karena biaya pengolahan yang tinggi, menghasilkan volume lumpur yang besar, pengelompokan logam hidroksida sebagai limbah berbahaya, dan biaya untuk bahan kimia yang membantu koagulasi. Koagulasi kimiawi telah digunakan selama puluhan tahun untuk mendestabilisasi suspensi dan untuk membantu pengendapan spesies logam yang terlarut. *Alum*, *lime*, dan/atau polimer-polimer lain adalah koagulan-koagulan kimia yang sering digunakan. Proses ini, bagaimanapun, cenderung menghasilkan sejumlah besar lumpur dengan kandungan ikatan air yang tinggi yang dapat memperlambat proses filtrasi dan mempersulit proses penghilangan air (*dewater*). Proses ini juga cenderung meningkatkan kandungan TDS dalam *effluent*, sehingga menyebabkan proses ini tidak dapat digunakan dalam aplikasi industri. (Benefield dkk., 1982)

Elektrokoagulasi seringkali dapat menetralkan muatan-muatan partikel dan ion, sehingga bisa mengendapkan kontaminan-kontaminan, menurunkan konsentrasi lebih rendah dari yang bisa dicapai dengan pengendapan kimiawi, dan dapat menggantikan dan/atau mengurangi penggunaan bahan-bahan kimia yang mahal (garam logam, polimer). Meskipun mekanisme

atau yang langsung meresap ke dalam tanah jelas akan mempengaruhi keberadaan air sungai dan air sumur penduduk atau kualitas air sungai dan air sumur yang ada di sekitarnya.

Pencemaran lingkungan sebagai dampak dari kehadiran TPA, masih merupakan tantangan bagi Indonesia. Hal ini seharusnya tidak perlu terjadi apabila keberadaan TPA dan sarana-sarana yang diperlukan lebih diperhatikan. Permasalahan lindi yang berasal dari TPA, berbagai upaya pengolahan telah dilakukan, untuk menurunkan kadar pencemar hingga pada level yang tidak membahayakan kesehatan manusia.

(Susanto dkk., 2004), telah melakukan penelitian tentang pengolahan lindi untuk menurunkan kandungan polutan seperti TSS, BOD, amoniak, timbal dan angka kuman, melalui proses koagulasi yang menggunakan tawas dan kapur. Hasil penelitian menunjukkan semua kandungan

elektrokoagulasi mirip dengan koagulasi kimiawi dalam hal spesies kation yang berperan dalam netralisasi muatan-muatan permukaan, tetapi karakteristik flok yang dihasilkan oleh elektrokoagulasi berbeda secara dramatis dengan flok yang dihasilkan oleh koagulasi kimiawi. Flok dari elektrokoagulasi cenderung mengandung sedikit ikatan air, lebih stabil dan lebih mudah disaring (Woytowich dkk., 1993). Setelah pengolahan dengan cara elektrokoagulasi ini dapat dilanjutkan dengan pengolahan fisik secara flotasi.

Penulis dkk., telah melakukan penelitian tentang pengolahan lindi untuk menurunkan kandungan besi (Fe), nitrat (NO₃) dan nitrit (NO₂), dengan proses elektrokoagulasi menggunakan batangan tembaga dan aluminium sebagai elektrodanya, penambahan tawas untuk membantu mempercepat proses elektrokoagulasi, serta optimalisasi pengaturan waktu kontak saat flokulator. Dalam penelitian ini juga digunakan bak *baffle channel flocculator*, bak sedimentasi, dan bak filtrasi.

Tujuan

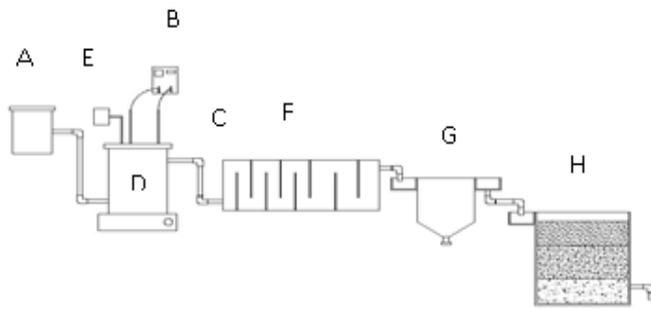
Tujuan penelitian ini adalah mengolah lindi, guna menurunkan konsentrasi Fe, nitrat dan nitrit dengan menggunakan proses elektrokoagulasi – sedimentasi dan filtrasi.

BAHAN DAN METODE

Peralatan

Penelitian dilakukan di laboratorium secara *batch*. Alat elektrokoagulasi yang dibuat terdiri dari 8 komponen, yaitu bak penampung, adaptor, bak

elektrokoagulasi, *magnetic steerer bar*, aerator, *baffle channel flocculator*, bak sedimentasi dan bak filtrasi (Gambar 1)



Gambar 1. Rangkaian Desain Alat Elektrokoagulasi

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| A. Bak Penampung | G. Bak sedimentasi |
| B. Adaptor | H. Bak Filtrasi |
| C. Bak Elektrokoagulasi | |
| D. <i>Magnetic Stirrer Bar</i> | |
| E. Aerator | |
| F. <i>Baffle Channel Flocculator</i> | |

Bak Elektrokoagulasi

Dimensi bak elektrokoagulasi ini adalah panjang 20 cm, lebar 20 cm, serta tinggi 30 cm. bak elektrokoagulasi ini digunakan sebagai pengaduk cepat, yang mana di bawahnya diletakkan *magnetic stirrer bar*, kemudian di dalam bak tersebut dimasukkan *stirrer bar* sebagai pengaduknya. Pengadukan dilakukan dengan kecepatan 100 rpm. Bak elektrokoagulasi ini diharapkan bertujuan untuk menurunkan kandungan-kandungan yang ada dalam lindi seperti Fe, nitrat dan nitrit.

Bak Baffle Channel Flocculator

Pada penelitian ini sebagai pengaduk lambatnya digunakan *baffle channel flocculator*. *Baffle channel flocculator* ini termasuk jenis pengadukan hidrolis, yang mana pengadukan ini memanfaatkan gerakan air sebagai tenaga pengadukan. Pada pengadukan lambat ini, energi hidrolik yang diharapkan cukup kecil dengan tujuan menghasilkan gerakan air yang mendorong kontak antar partikel tanpa menyebabkan pecahnya gabungan partikel yang telah terbentuk.

Desain bak *baffle channel flocculator* adalah panjang 60 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 30 cm. Bak *baffle channel flocculator* ini terdiri dari beberapa sekat dengan 3 buah kompartemen.

Bak Sedimentasi

Pada umumnya, sedimentasi digunakan juga pada pengolahan air limbah selain tentunya juga pada

pengolahan air minum. Pada penelitian ini digunakan sedimentasi tipe II, yang mana selama dalam operasi pengendapannya, ukuran partikel flokulen bertambah besar, sehingga kecepatannya juga meningkat. Sedimentasi tipe II ini digunakan untuk mengendapkan partikel hasil proses koagulasi-flokulasi pada pengolahan air limbah. Desain bak sedimentasi adalah panjang 60 cm, lebar 40 cm dan tinggi 40 cm. bak sedimentasi ini berbentuk persegi panjang.

Bak Filtrasi

Penelitian ini menggunakan saringan pasir cepat. Saringan pasir cepat ini sebelumnya didahului dengan proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan (sedimentasi) untuk memisahkan padatan tersuspensi yang terkandung dalam air limbah. Desain bak filtrasi ini adalah panjang 40 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 80 cm. Bak filtrasi ini terdiri dari berbagai macam media. Pada lapisan bawah digunakan batu sebagai penyangga. Diatas lapisan batu terdiri lapisan kerikil, diatas media kerikil terdapat media ijuk, kemudian karbon aktif, dan media paling atas adalah pasir.

Prosedur Kerja Penelitian

a. Persiapan

- Pembuatan alat. Kegiatan dilakukan mulai dari perakitan sampai dengan uji coba kebocoran alat
- Uji dosis koagulan (Tawas (Al_2SO_4), Ferro Sulfat ($FeSO_4$), dan Ferro Sulfat ($FeSO_4$) + Kapur Tohor ($CaOH$)) dengan Jar Test. Dari uji coba ini didapatkan bahwa warna air limbah bila dilihat secara visual yang agak jernih yaitu penggunaan koagulan tawas dengan konsentrasi dosis 0,5 gr/500ml. Berikutnya uji dosis larutan tawas dengan Jar Test, dari uji coba digunakan tawas 0,75 gr/500ml dengan elektrokoagulasi-aerator sebagai dosis yang paling tepat untuk penelitian selanjutnya, dan sebagai perbandingan digunakan tawas 1 gr /500ml.
- Pada penelitian ini digunakan elektroda, batangan tembaga sebagai kutub positif (anoda), dan batangan aluminium sebagai kutub negatif (katoda).
- Waktu kontak yang dipakai dalam penelitian ini adalah 25 menit, 50 menit, 75 menit dan 100 menit (saat flokulator).

b. Pelaksanaan Penelitian

- Memasukkan limbah kedalam bak penampung sebanyak 34 liter dari volume bak sebesar 40 liter.

- Menghubungkan arus listrik secara selang-seling antara kutub positif pada anoda dan kutub negatif pada katoda dari adaptor.
- Hidupkan adaptor, diset pada tegangan 10 volt, dengan kuat arus 1 A.
- Hidupkan *magnetic stirrer bar*, di set dengan kecepatan 100 rpm.
- Masukkan selang aerator ke dalam bak Elektrokoagulasi kemudian dihidupkan.
- Bak elektrokoagulasi diisi limbah yang akan diolah dengan cara membuka kran out-let pada bak penampung dengan debit 240 ml/menit untuk detensi waktu 25 menit, 50 menit, 75 menit, 100 menit (saat flokulator) dan penambahan tawas 1500 ppm.
- Setelah beberapa menit, limbah dialirkan ke bak *baffle channel flocculator*.
- Selang beberapa menit kemudian, air limbah dialirkan menuju ke bak sedimentasi.
- Mengambil sampel untuk pemeriksaan untuk 0 waktu dan 0 ampere.
- Effluen hasil pengolahan 1 ampere pada bak sedimentasi dan bak filtrasi tersebut ditampung dalam botol plastik sebanyak 250 ml setelah waktu kontak 25 menit, 50 menit, 75 menit, 100 menit pada tegangan 10 volt dengan kecepatan pengadukan sebesar 100 rpm pada dosis tawas 1500 ppm dan diberi label.
- Untuk percobaan dengan dosis tawas 2000 ppm serta waktu kontak dilakukan dengan langkah yang sama seperti 1500 ppm.
- Air sampel diperiksa kadar Fe, nitrat dan nitrit.

Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah lindi yang berasal dari bak penampung lindi (sebelum pengolahan secara aerasi) yang ada di TPA Piyungan Yogyakarta.

Metode dan Analisis data

Metode uji yang digunakan untuk parameter Fe yaitu Spektrofotometri, parameter nitrat (NO₃) yaitu SNI M – 49 – 1990 – 03 Metode Spektrofotometer Secara Brusin Sulfanilat, nitrit menggunakan SNI M – 53 – 1990 – 03 Metode Spektrofotometer Secara Asam Sulfanilat. Rumus perhitungan efisiensi :

$$E = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \times 100\%$$

Dimana :

E = Efisiensi

S₁ = Kadar Fe (besi) sebelum *treatment*

S₂ = Kadar Fe (besi) sesudah *treatment*

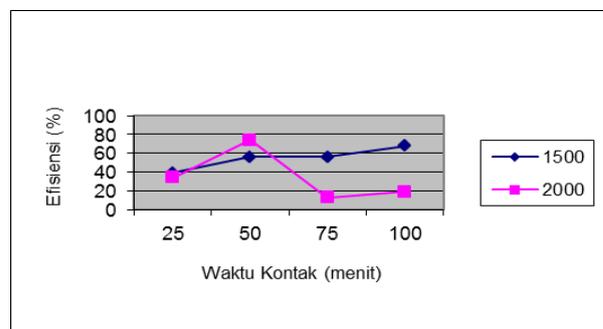
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses elektrokoagulasi – sedimentasi dan filtrasi, terhadap sampel lindi TPA dilakukan secara bertahap, meliputi pengukuran sampel lindi sebelum dan sesudah pengolahan. Pengolahan lindi dilakukan dengan menggunakan parameter elektroda (tembaga dan aluminium), dosis tawas (1500 ppm dan 2000 ppm), waktu kontak saat flokulator (25 menit, 50 menit, 75 menit dan 100 menit), kadar Fe, nitrat (NO₃) dan nitrit (NO₂) ,adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

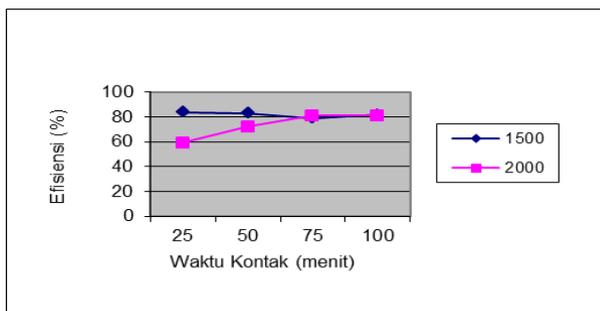
Konsentrasi Fe, Nitrat (NO₃) dan Nitrit (NO₂) dalam lindi TPA Piyungan

Kandungan Fe lindi pada sampel awal yang diambil dari lokasi tempat pembuangan akhir (TPA) Piyungan melebihi ambang batas yaitu 19,205 mg/l, kandungan Nitrat (NO₃) masih dibawah ambang batas yaitu 9,41 mg/l, kandungan Nitrit (NO₂⁻) melebihi ambang batas yaitu sebesar 1,48 mg/l , sesuai peraturan PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air pada golongan empat. Parameter Fe dan nitrit (NO₂⁻) belum memenuhi syarat untuk dapat dibuang ke badan air karena masih diatas ambang batas berturut-turut sebesar ≤ 5 mg/l dan 0,06 mg/l.

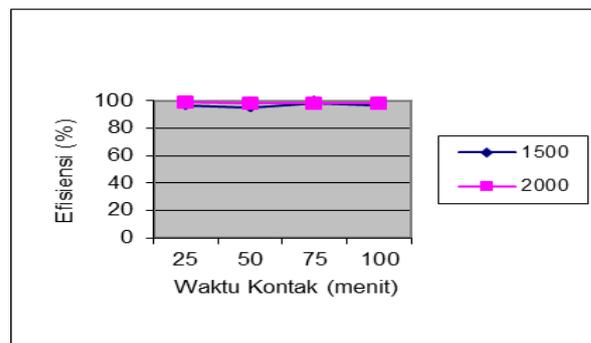
Efisiensi besi (Fe), nitrat (NO₃) dan nitrit (NO₂⁻) pada outlet sedimentasi dan filtrasi dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas, masing-masing disajikan dalam gambar 2 – gambar 7.



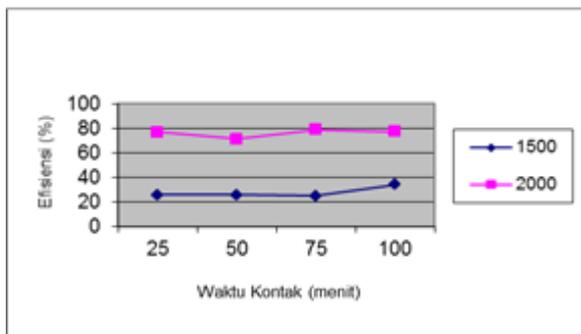
Gambar 2. Efisiensi Fe pada bak sedimentasi dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas (ppm)



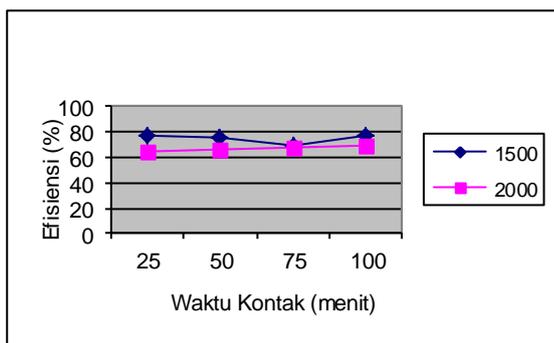
Gambar 3. Efisiensi Fe pada bak filtrasi dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas (ppm)



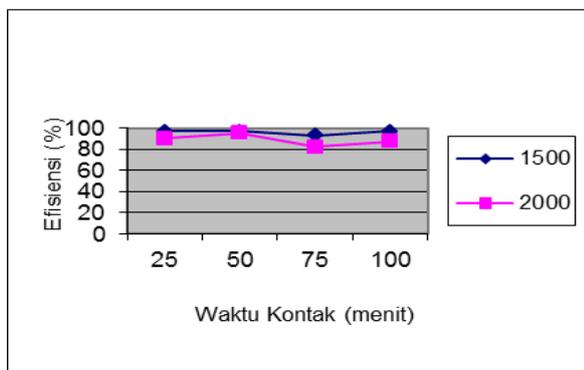
Gambar 7. Efisiensi nitrit pada bak filtrasi dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas (ppm)



Gambar 4. Efisiensi nitrat pada bak sedimentasi dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas (ppm)



Gambar 5. Efisiensi nitrat pada bak filtrasi dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas (ppm)



Gambar 6. Efisiensi nitrit pada bak sedimentasi dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas (ppm)

Dari gambar 2 - 7 tersebut dapat dilakukan analisis sebagai berikut:

- a. Pada bak sedimentasi efisiensi penurunan konsentrasi Fe dengan dosis tawas 1500 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 100 menit sebesar 68 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 25 menit sebesar 39 %. Efisiensi penurunan konsentrasi Fe dengan dosis tawas 2000 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 50 menit sebesar 74 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 75 menit sebesar 13 %.
- Pada bak filtrasi efisiensi penurunan konsentrasi Fe dengan dosis tawas 1500 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 25 menit sebesar 84 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 75 menit sebesar 79 %. Efisiensi penurunan konsentrasi Fe dengan dosis tawas 2000 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 75 menit dan 100 menit sebesar 81 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 25 menit sebesar 59 %.

Dari hasil di atas terlihat bahwa efisiensi penurunan konsentrasi Fe pada bak sedimentasi oleh dosis tawas yang dimana semakin banyak dosis tawas yang di masukkan semakin besar penurunan konsentrasi Fe nya. Penambahan tawas ini bertujuan untuk mempercepat proses elektrokoagulasi, dimana fungsi tawas sebagai koagulan sama dengan elektroda (tembaga dan aluminium) pada alat elektrokoagulasi yang berperan sebagai pengumpul dan menyerap besi yang terdapat dalam lindi, sehingga membentuk senyawa kompleks dengan berat molekul yang lebih besar dan mudah diendapkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Rahayuningwulan, 2010),

yang menyatakan bahwa proses elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium dan tembaga dapat digunakan sebagai proses pengolahan maupun daur ulang air limbah, dimana dapat menyisihkan beberapa logam berat dan sianida. Pada bak filtrasi efisiensi penurunan konsentrasi Fe lebih tinggi dari pada bak sedimentasi yaitu sebesar 84 % terjadi pada dosis tawas 1500 ppm, karena proses yang terjadi pada bak filtrasi lebih efektif jika koagulan yang ditambahkan lebih sedikit, pengaruh waktu kontak dari hasil di atas pada kedua outlet tidak terlalu mempengaruhi.

- b. Pada bak sedimentasi efisiensi penurunan konsentrasi nitrat dengan dosis tawas 1500 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 100 menit sebesar 34,1 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 75 menit sebesar 25,2 %. Efisiensi penurunan konsentrasi nitrat dengan dosis tawas 2000 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 75 menit sebesar 78,8 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 50 menit sebesar 71,3 %.

Pada bak filtrasi efisiensi penurunan konsentrasi nitrat dengan dosis tawas 1500 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 100 menit sebesar 77,1 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 75 menit sebesar 70 %. Efisiensi penurunan konsentrasi nitrat dengan dosis tawas 2000 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 100 menit sebesar 69,9 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 25 menit sebesar 65 %.

Hasil ini menunjukkan efisiensi tertinggi pada bak sedimentasi penurunan konsentrasi nitrat terjadi pada saat penambahan dosis koagulan 2000 ppm, sedangkan pada bak filtrasi pada penambahan koagulan 1500 ppm, dari perbandingan kedua outlet ini persentase penurunan tertinggi terjadi pada bak sedimentasi yaitu sebesar 78,8 %, hal ini disebabkan adanya pembentukan koloidal dari bahan organik yang bergabung menjadi partikel yang lebih besar dan kemudian mengendap.

- c. Pada bak sedimentasi efisiensi penurunan konsentrasi nitrit dengan dosis tawas 1500 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 25 menit, 50

menit dan 100 menit sebesar 97 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 75 menit sebesar 93 %. Efisiensi penurunan konsentrasi nitrit dengan dosis tawas 2000 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 50 menit sebesar 95,3 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 75 menit sebesar 82 %.

Pada bak filtrasi efisiensi penurunan konsentrasi nitrit dengan dosis tawas 1500 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 75 menit sebesar 97 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 25 menit sebesar 95 %. Efisiensi penurunan konsentrasi Fe dengan dosis tawas 2000 ppm, penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 25 menit sebesar 99 %, sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada waktu kontak 50 menit, 75 menit dan 100 menit sebesar 98 %.

Hasil di atas menunjukkan efisiensi penurunan konsentrasi nitrit adalah efisiensi terbaik dari proses elektrokoagulasi-sedimentasi dan filtrasi jika dibandingkan dengan parameter Fe dan nitrat, yaitu 99 % pada dosis tawas 2000 ppm dan waktu kontak 25 menit. Dari keseluruhan pengaruh dosis tawas dan waktu kontak tidak terlalu terlihat karena pada bak sedimentasi dan bak filtrasi penambahan koagulan tawas sebesar 1500 ppm dan 2000 ppm, serta waktu kontak 25 menit, 50 menit, 75 menit dan 100 menit efisiensi penurunan konsentrasi nitrit hampir sama yaitu rata - rata > 95 %.

Pengolahan lindi dengan model elektrokoagulasi – sedimentasi dan filtrasi dapat menurunkan polutan seperti Fe, nitrat dan nitrit. Tereduksinya Fe dari 19,205 ppm menjadi 3,09 ppm, atau sebesar 84% , nitrat dari 9,41 ppm menjadi 2,15 ppm atau sebesar 77 % dan nitrit dari 1,48 menjadi 0,04 ppm, atau 97%, pada outlet filtrasi dengan koagulan tawas 1500 ppm dan waktu kontak 25 menit. Hal ini selain penambahan tawas, juga disebabkan oleh proses elektrolisa dari sel-sel elektrolis tembaga sebagai anoda dan aluminium sebagai katoda yang dialiri arus listrik searah sehingga terjadi oksidasi elektroda positif yang menghasilkan koagulan $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan reaksi pembentukan gas H_2 . Anoda akan melepaskan koagulan aktif berupa ion Cu ke dalam larutan sehingga membentuk flok yang mampu mengikat kontaminan dan partikel dalam limbah. Menurut (Susanto dkk., 2011) $\text{Al}(\text{OH})_3$ merupakan senyawa koagulan yang berperan sebagai bahan penggumpal dan penyerap

berbagai polutan baik organik maupun anorganik yang terdapat dalam air limbah, sehingga membentuk senyawa kompleks dengan berat molekul yang lebih besar dan mudah diendapkan. Dengan semakin banyaknya endapan yang terbentuk menyebabkan penurunan jumlah konsentrasi polutan dalam lindi. Hasil tersebut jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Rahayuningwulan, 2010) tentang proses elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium dan tembaga dalam pengolahan maupun daur ulang air limbah industri elektroplating, tidak jauh berbeda khususnya dalam penyisihan logam berat terutama kandungan Fe efisiensi penyisihannya $\geq 84\%$.

Berdasarkan data, efluen hasil elektrokoagulasi - sedimentasi dan filtrasi konsentrasi Fe, nitrat dan nitrit bila didasarkan pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Baku Mutu Golongan empat bisa dikatakan konsentrasi Fe, nitrat dan nitrit hasil proses ini sudah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- Semua kandungan parameter penelitian (Fe, nitrat dan nitrit) dapat diturunkan menggunakan alat pengolahan lindi model elektrokoagulasi – sedimentasi dan filtrasi.
- Efisiensi penurunan terbaik 84 % untuk parameter Fe, 77 % untuk parameter nitrat dan 97 % untuk parameter nitrit pada bak filtrasi dengan koagulan tawas 1500 ppm, dan waktu kontak 25 menit.
- Efluen hasil elektrokoagulasi bila didasarkan pada baku mutu kualitas air golongan empat PP. No. 82 Tahun 2001 nilai konsentrasi Fe, nitrat dan nitrit sudah memenuhi baku mutu dipersyaratkan yaitu konsentrasi Fe sebesar ≤ 5 mg/l, nitrat sebesar 20 mg/l dan nitrit sebesar 0.06 mg/l.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimus, 1990. "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 / MENKES / PER / IX / 1990 " Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.

Benefield, Larry, D., Joseph, F. & Barron, W. L., 1982. *Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs.

Departemen Pekerjaan Umum (1995), Yogyakarta.

Effendi, H., 2003. " *Telaah Kualitas Air* " ,Penerbit kanisius, yogyakarta.

Hari, B.P. & Harsanti, M., 2010. Pengolahan Limbah cair Tekstil Menggunakan Proses Elektrokoagulasi Dengan Sel Al – Al. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia " Kejuang" Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. Yogyakarta, 26 Januari 2010.

Johanes, H., 1978. " *Listrik Dan Magnet* ", Balai Pustaka, Jakarta.

Joko, Bowo, 2000. " *Teknik Pengolahan Limbah Secara Biologi* " ,Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.

Metcalf and Eddy, 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, 4th Edition, McGraw-Hill, New York.

Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Baku Mutu Golongan IV

Ramesh Babu, N.S., Bhadrinarayana, K.M., Meera Sheriffa Begum*, N. & Anantharaman, 2006. Treatment Of Tannery Wastewater By Electrocoagulation. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 42, 2, 2007, 201-206.

Rahayuningwulan, D., 2010. *Daur Ulang Air Limbah Industri Pelapis Logam Dengan Metode Kimia-Fisik*. Laporan Akhir Program Insentif Peneliti dan Rekrayasa LIPI Tahun 2010.

Susanto, J.P., Ganefati, S.P., Muryani, S. & Istiqomah, S.H., 2004. Pengolahan Lindi (*Leachate*) Dari TPA Dengan Sistem Koagulasi – Biofilter Anaerobic. *J. Tek. Ling-P3TL-BPPT*. 5: (3): 167 – 173.

Susanto, Widjajanto, D. & Hidjan, 2011. Penurunan Kadar Logam Berat Dan Kekeruhan Air Limbah Menggunakan Proses Elektrokoagulasi. *Jurnal Ilmu Elite Elektro*, Vol. 2, No. 1 : 1-6.

Tjou Koli Nem, 1988. " *Chemistry for Environmental Engineering* ", Mc.Graw Hill Book Company, New york USA.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S., 1993. *Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues*. McGraw Hill, New York, USA.

Woytowich, D.L., Dalrymple, C.W., & Britton, M.G., 1993. Electrocoagulation (CURE) Treatment of Ship Bilgewater for the U. S. Coast Guard in Alaska. *Marine Techology Society Journal*, Vol. 27. 1p. 62, Spring 1993