

PENGARUH TEGANGAN DAN WAKTU PADA PENGOLAHAN LINDI METODE ELEKTROKOAGULASI-ADSORPSI ZEOLIT

ROSA AMALIA PUTRI^{1*}, HERRY PURNAMA²

^{1,2} Program Studi Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Pabelan, Tromol Pos 1, Surakarta 57102 *
email: rosaamaliaputri40@gmail.com

ABSTRAK

Air lindi dapat menjadi pencemar lingkungan jika dibuang begitu saja tanpa adanya pengolahan. Hal ini karena lindi mengandung zat-zat kimia beracun, senyawa organik serta konstituen lainnya yang terlarut dan tersuspensi di dalam tanah. Parameter lindi adalah BOD, COD, rasio BOD/COD, padatan tersuspensi, pH, amonia-nitrogen, dan logam berat. Kandungan COD, TSS, dan pH pada air lindi harus memenuhi syarat baku mutu yang telah ditetapkan agar aman ketika dibuang ke lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tegangan dan waktu terhadap nilai COD, TSS, dan pH pada air lindi menggunakan metode elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit. Penelitian dikembangkan dengan variasi tegangan (10, 20, dan 30 volt) dan waktu proses (30, 60, dan 90 menit). Setelah proses elektrokoagulasi, dilanjutkan adsorpsi menggunakan adsorben zeolit dengan massa 30 gram dan waktu adsorpsi 2 jam. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kondisi yang optimum diperoleh pada variasi tegangan 30 volt dan waktu proses 90 menit dengan efisiensi penurunan COD sebesar 98,6%, efisiensi penurunan TSS sebesar 99,86%, dan nilai pH sebesar 9,4.

Kata kunci: Air lindi, elektrokoagulasi, adsorpsi zeolit, tegangan, waktu.

ABSTRACT

Leachate can become an environmental pollutant if it is simply disposed of without any treatment. This is because leachate contains toxic chemicals, organic compounds, and other constituents that are dissolved and suspended in the soil. The leachate parameters are BOD, COD, BOD/COD ratio, suspended solids, pH, ammonia-nitrogen, and heavy metals. The content of COD, TSS, and pH in leachate must fulfil the standard requirements that have been set to be safe when it discharged to environment. This study aims to determine the effect of voltage and time on the values of COD, TSS, and pH in leachate using the electrocoagulation-zeolite adsorption method. The research was developed with variations in voltage (10, 20, and 30 volts) and processing time (30, 60, and 90 minutes). After the electrocoagulation process, continued adsorption using a zeolite adsorbent with a mass of 30 grams and an adsorption time of 2 hours. The results showed that the optimum condition was obtained at a voltage variation of 30 volts and a processing time of 90 minutes with an efficiency of 98,6% COD reduction, a TSS reduction efficiency of 99,86% and a pH value of 9,4.

Keywords: leachate, electrocoagulation, zeolite adsorption, stress, time

1. PENDAHULUAN

Sampah masih menjadi permasalahan yang sulit teratasi sampai saat ini. Penduduk dan pemukiman yang semakin banyak mengakibatkan volume sampah meningkat. Pada Tempat pemrosesan akhir sampah (TPA) tumpukan sampah menimbulkan adanya limbah cair berupa air lindi di mana lindi sendiri dapat menjadi pencemar lingkungan di sekitar wilayah TPA. Karena kandungan lindi yang berbahaya dapat berpotensi mencemari ekosistem lingkungan sekitar.

Lindi adalah limbah cair yang diakibatkan dari air yang masuk pada timbunan sampah. Air yang masuk dapat melarutkan senyawa kimia bahkan material organik yang dihasilkan dari dekomposisi sampah. Kandungan senyawa pada lindi umumnya berupa organik, anorganik, dan xenobiotik. Pencemaran air dan tanah dapat terjadi akibat dari senyawa tersebut apabila tidak ada pengolahan dengan baik sebelum dibuang. Cairan yang masuk pada tumpukan sampah akan mengisi rongga-rongga, saat kapasitas tekanan air pada sampah telah melampaui batas maka cairan akan keluar. Cairan inilah yang kemudian mengekstraksi senyawa anorganik dan organik dari hasil suatu proses fisika, kimia serta biologis pada sampah. Oleh karena itu, lindi dapat berpotensi mencemari air apabila tidak dikelola dengan baik (Syawalian dkk., 2019). Lindi mengandung kontaminan organik dalam jumlah besar yang dapat diukur sebagai *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*, amonia, serta logam berat konsentrasi tinggi (Rusdianasari dkk., 2017).

Berbagai metode dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair, baik secara fisika, biologis, dan juga kimia. Beberapa penelitian pada dekade terakhir memperlihatkan metode elektrokoagulasi menjanjikan serta berpotensi secara efektif dalam mengelola jenis air limbah di antaranya pewarna air limbah, limbah pada kelapa sawit, limbah cair pada makanan, air limbah kota, serta penghilangan logam berat (Rusdianasari dkk., 2017).

Prinsip elektrokoagulasi yaitu proses pengolahan air secara elektrokimia dicirikan oleh pelepasan koagulan aktif pada anoda yang berupa ion logam (besi atau aluminium) yang terdapat dalam larutan dan reaksi elektrolisis terjadi pelepasan gas hidrogen pada katoda (Takwanto dkk., 2018). Pada penelitian Ghanbari dkk (2020) elektrokoagulasi menggunakan elektroda besi memiliki kinerja yang lebih baik daripada elektroda aluminium. Pada elektroda besi ditunjukkan dengan penghilangan TSS hampir 98%, sedangkan pada elektroda aluminium sebesar 89%. Sementara itu, efisiensi penurunan COD yang didapatkan sebesar 60%. Menurut penelitian oleh Afsharnia dkk (2018) pengolahan lindi dengan metode elektrokoagulasi ultrasonik dapat menghilangkan COD sebesar 98% dan TSS sebesar 68% pada variasi 30 V, 60 menit. Meningkatnya waktu reaksi serta tegangan dapat menurunkan nilai COD dan TSS dikarenakan laju koagulan yang dilepas meningkat. Pengolahan air lindi dapat dilakukan dengan mengkombinasikan metode yang ada, salah satunya kombinasi metode elektrokoagulasi dan adsorpsi. Adsorpsi yaitu metode penyerapan sebuah padatan pada zat tertentu yang terjadi dipermukaan zat padat karena terdapat gaya tarik molekul atau atom ke dalam permukaan padatan tanpa terjadi peresapan di dalamnya (Takwanto dkk., 2018). Selama proses berlangsung, proses adsorpsi akan terus berlanjut jika titik kesetimbangan tidak tercapai. Titik stagnasi dalam proses adsorpsi memulai sifat kejenuhan dari proses adsorpsi (Kurniawati dan Sanuddin, 2020). Media adsorben ada bermacam-macam, diantaranya zeolit, karbon aktif, serta silika gel untuk media filter (Gemala dan Ulfah, 2020). Zeolit menjadi pilihan dalam melakukan pengolahan air lindi metode elektrokoagulasi-adsorpsi pada penelitian ini, dikarenakan harga yang terjangkau dan mudah diperoleh.

Faktor-faktor yang memengaruhi elektrokoagulasi antara lain variasi pada waktu pengendapan, jarak antar elektroda, pH, ketebalan pelat, dan variasi tegangan.

Permasalahan lindi yang masih mengandung COD, TSS, dan pH yang tinggi jika tidak diolah akan sangat berbahaya bagi lingkungan. Dari permasalahan di atas, maka penelitian dilakukan dengan memvariasikan tegangan dan waktu pada metode elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit guna mengetahui kinerja dan efisiensinya dalam kandungan COD, TSS, dan pH yang terdapat pada air lindi.

2. METODE

2.1 Metode dan Desain Penelitian

Penelitian menggunakan metode kombinasi elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit pada air lindi menggunakan jenis elektroda besi sejumlah 2 buah dengan ukuran 17 cm x 10 cm dan tebal 5 mm pada jarak 1,5 cm. Untuk proses adsorpsi dilakukan setelah elektrokoagulasi menggunakan adsorben zeolit sebanyak 30 gram dalam waktu 2 jam. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu tegangan dan lama waktu proses. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bahan yang digunakan yaitu air lindi yang diambil pada tanggal 22 September 2021 di TPA Sukosari Jumantono, Kabupaten Karanganyar dan *aquadest*. Percobaan elektrokoagulasi dilakukan pada reaktor kaca dengan dimensi 15x15x15 cm³. Desain penelitian tersedia pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain penelitian

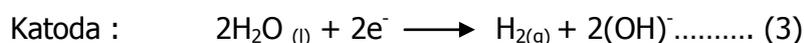
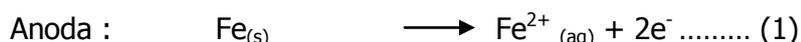
Waktu Kontak (menit)	Tegangan (Volt)		
	10 (x)	20 (y)	30 (z)
30 (A)	Ax	Ay	Az
60 (B)	Bx	By	Bz
90 (C)	Cx	Cy	Cz

2.2 Alat dan Bahan

Alat penelitian yaitu buret, *aluminum foil*, cawan, desikator, erlenmeyer, gelas beker, *hot plate*, kabel, karet hisap, kertas whatman/saring, klem, labu leher tiga, labu ukur, oven, pendingin Liebig, penjepit buaya, penyumbat tutup kayu, pH meter, pipet ukur, plat besi, *power supply*, reaktor, selang, statif, triplek, dan *vacuum Buchner*. Sedangkan bahan-bahan dalam penelitian adalah air lindi, aquades, ferro amonium sulfate (FAS), H₂SO₄, indikator Ferroun, K₂Cr₂O₇, dan vaselin.

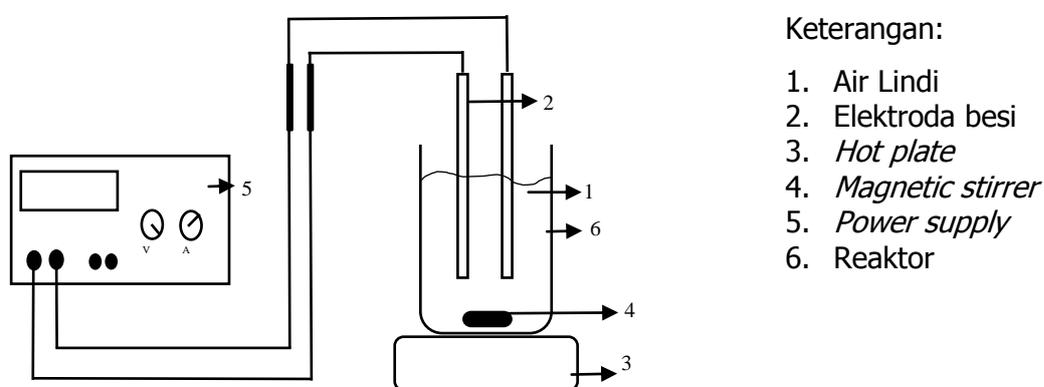
2.3 Prinsip Kerja

Elektrokoagulasi adalah suatu metode pengolahan air secara elektrokimia dimana koagulan aktif dilepaskan ke dalam larutan berupa ion logam di anoda dan reaksi elektrolisisnya dilepaskan dalam bentuk gas hidrogen di katoda (Sinaga dkk., 2019). Elektrokoagulasi didasarkan pada prinsip dasar reaksi redoks (reduksi-oksidasi). Pada sel elektrokoagulasi, oksidasi terjadi pada anoda atau elektroda (+) dan reduksi terjadi pada katoda, atau elektroda (-). Selanjutnya, terbentuk flokulan yang mengikat polutan dari air baku (Amri dkk., 2020). Reaksi redoks yang terjadi pada elektroda besi sebagai berikut:



2.4 Prosedur Kerja

Prosedur kerja yang dilakukan ada beberapa tahapan diantaranya : (1) Air lindi diencerkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengolahan dengan perbandingan air lindi dan aquades (2:1). (2) Air lindi yang diambil dari TPA Sukosari dilakukan pemeriksaan karakteristik awal (COD, TSS, pH) sebelum dilakukan pengolahan. Parameter pH diuji dengan *in house methode*. (3) Kemudian air lindi dilakukan pengolahan secara elektrokoagulasi-adsorpsi zeolite. Elektroda besi dimasukkan ke dalam reaktor yang berisi air lindi dengan jarak antar elektroda 1,5 cm. Kemudian dilakukan reaksi elektrokoagulasi menggunakan elektroda besi dengan variasi tegangan: (10, 20, dan 30) volt dan variasi waktu proses: (30, 60, dan 90) menit. Lalu air lindi hasil elektrokoagulasi dimasukkan ke dalam wadah yang sudah diisi zeolit kemudian didiamkan selama 2 jam. (4) Melakukan uji karakteristik air lindi berupa COD, TSS, dan pH. Rangkaian alat elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian alat elektrokoagulasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh data untuk COD, TSS, pH pada pengolahan air lindi dengan metode elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit. Hasil pengujian kualitas sampel air lindi sebelum dan setelah pengolahan pada tegangan (10,20,30) volt, waktu proses (30,60,90) menit dengan massa zeolit yang digunakan 30 gram dapat dilihat pada Tabel 2 – Tabel 5.

Tabel 2. Kualitas air lindi TPA Sukosari

Parameter	Satuan	Permen LHK RI NOMOR P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016	
		Nilai	Hasil Pengujian Awal Nilai
pH	-	6-9	8,3
COD	mg/L	300	7.300
TSS	mg/L	100	2.210

Tabel 3. Nilai COD setelah pengolahan

Waktu (menit)	COD					
	10 V		20 V		30 V	
	Konsetrasi (mg/L)	Efisiensi (%)	Konsetrasi (mg/L)	Efisiensi (%)	Konsetrasi (mg/L)	Efisiensi (%)
30	190	97,40	147,5	97,98	105	98,56
60	152,5	97,91	130	98,22	102,5	98,60
90	112,5	98,46	120	98,36	102,3	98,60

Tabel 4. Nilai TSS setelah pengolahan

Waktu (menit)	TSS					
	10 V		20 V		30 V	
	Konsetrasi (mg/L)	Efisiensi (%)	Konsetrasi (mg/L)	Efisiensi (%)	Konsetrasi (mg/L)	Efisiensi (%)
30	14	99,37	6	99,73	5	99,77
60	5	99,77	4	99,82	4	99,82
90	6	99,73	4	99,82	3	99,86

Tabel 5. Nilai pH setelah pengolahan

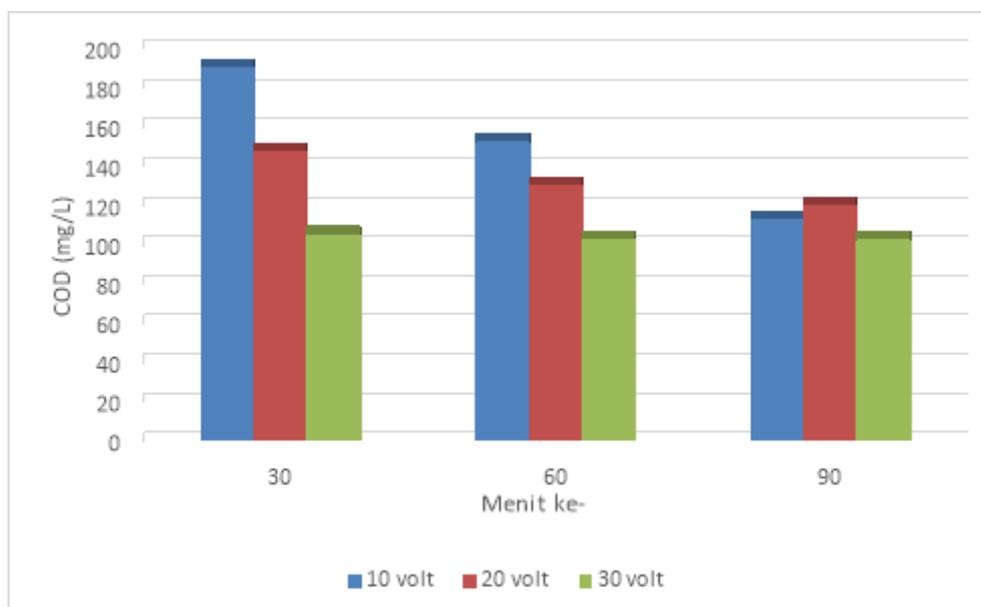
Waktu (menit)	pH		
	10 V	20 V	30 V
30	7,9	8,4	8,2
60	9	9,5	8,3
90	10,2	9,8	9,4

Hasil pengujian air lindi sebelum pengolahan pada COD dan TSS melampaui ambang batas yang telah ditentukan dengan COD sebesar 7.300 mg/L dan TSS sebesar 2.210 mg/L, sedangkan ambang batas baku mutu untuk COD sebesar 300 mg/L dan TSS sebesar 100 mg/L.

3.1 Pengaruh tegangan dan waktu terhadap konsentrasi COD air lindi setelah pengolahan menggunakan metode elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit

COD adalah besarnya jumlah oksigen yang dapat dipergunakan dalam mengoksidasi bahan organik menjadi anorganik secara kimiawi. Gambar 2 menjelaskan hubungan waktu terhadap

konsentrasi COD pada penelitian air lindi yang telah dilakukan dengan metode elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit didapatkan hasil sebagai berikut:



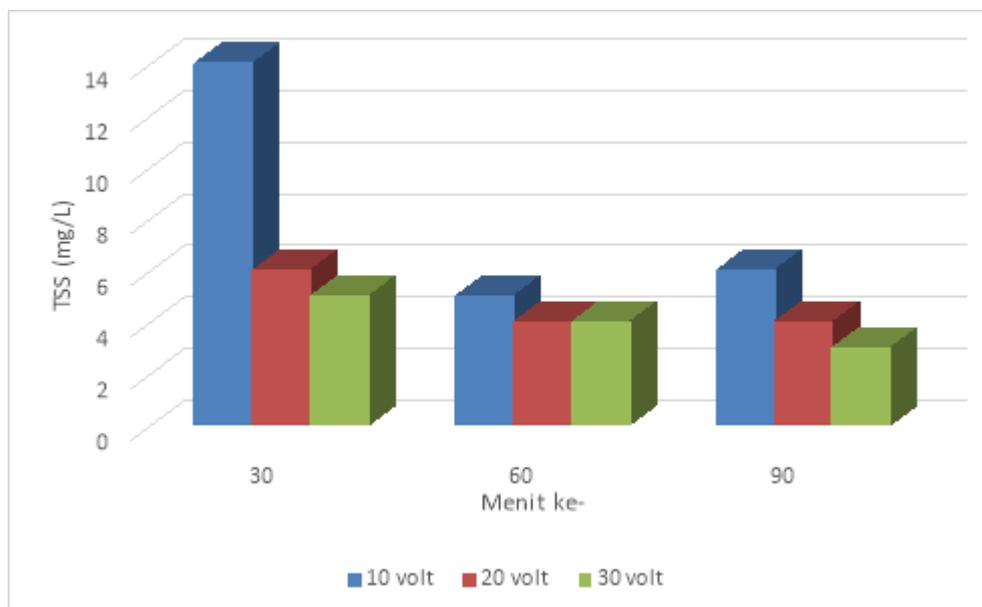
Gambar 2. Konsentrasi COD pada air lindi

Pada gambar 2 diketahui jika COD pada air lindi TPA Sukosari mengalami penurunan. Konsentrasi COD mengalami penurunan dengan variasi tegangan 10 volt pada menit ke-90 yaitu sebesar 112,5 mg/L. Variasi tegangan 20 volt didapatkan hasil konsentrasi COD pada menit ke-90 sebesar 120 mg/L dan untuk variasi tegangan 30 volt mengalami penurunan konsentrasi COD pada menit ke-90 sebesar 102,3 mg/L. Dapat dilihat dari hasil tersebut, seiring besarnya tegangan yang digunakan dan berjalannya waktu, konsentrasi COD yang dihasilkan semakin sedikit. Hal ini dikarenakan terdapat reaksi redoks yang terjadi pada kutup anoda dan katoda. Oksigen dan gas hidrogen yang dihasilkan pada elektroda dapat berpengaruh untuk reduksi COD (Amri dkk., 2020).

Variasi terbaik untuk menurunkan konsentrasi COD air lindi TPA dengan pengolahan kombinasi elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit yaitu tegangan 30 volt pada waktu proses 90 menit dengan perolehan efisiensi penurunan COD sebesar 98,6% dari 7.300 mg/L menjadi 102,3 mg/L. Bertambahnya tegangan dan waktu menurunkan konsentrasi COD. Seperti pada penelitian air lindi yang dilakukan oleh Bharath dkk (2020) menggunakan metode elektrokoagulasi dengan elektoda besi memakai tegangan 4, 6, 8, 10, dan 12 volt diperoleh hasil efisiensi COD optimal adalah 10 volt dan waktu optimal 105 menit, sebesar 76,5%. Peningkatan tegangan lebih lanjut akan menyebabkan pelepasan anoda lebih cepat. Selain itu, menurut penelitian yang dilakukan oleh Bazrafshan dkk (2016) penyisihan kandungan COD pada air limbah tekstil dengan metode elektrokoagulasi pada tegangan 60 V diperoleh hasil sebesar 93,1%, dan pada metode gabungan koagulasi kimia, elektrokoagulasi, serta adsorpsi penyisihan COD meningkat menjadi 98%.

3.2 Pengaruh tegangan dan waktu terhadap konsentrasi TSS air lindi setelah pengolahan menggunakan metode elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit

Gambar 3 menjelaskan hubungan waktu terhadap penurunan konsentrasi TSS pada penelitian air lindi yang telah dilakukan dengan metode elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Konsentrasi TSS pada air lindi

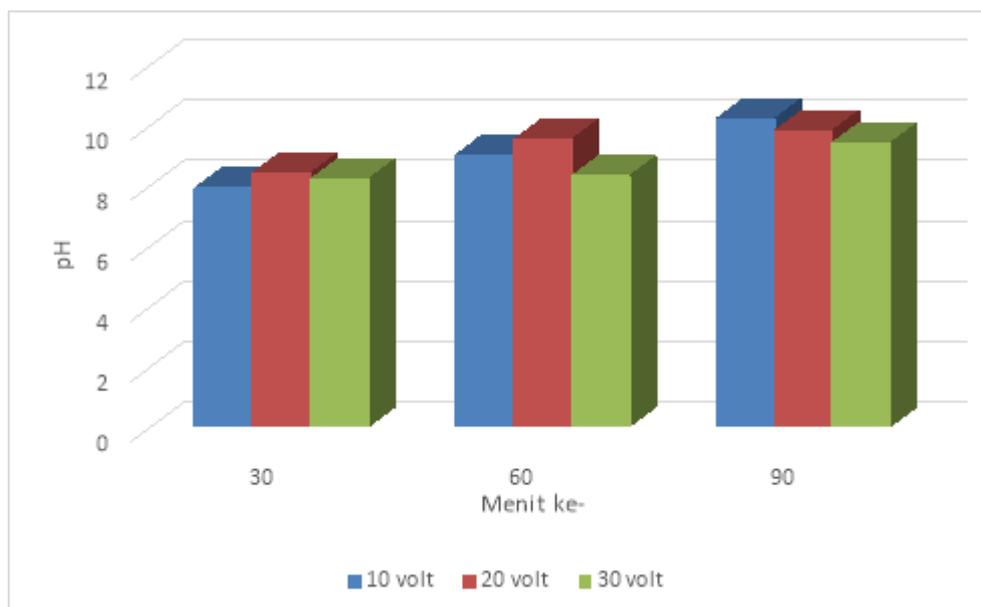
Berdasarkan pada gambar 3 di atas, diketahui nilai konsentrasi TSS mengalami penurunan seiring berjalannya waktu dan tegangan yang digunakan. Konsentrasi TSS mengalami penurunan pada tegangan 10 volt menit ke-90 sebesar 6 mg/L, untuk tegangan 20 volt menit ke-90 sebesar 4 mg/L. Variasi tegangan 30 volt mengalami penurunan TSS pada menit ke-90 sebesar 3 mg/L. Hal ini disebabkan tegangan yang bertambah besar dan lama waktu proses yang diberikan membuat konsentrasi TSS mengalami penurunan akibat reaksi oksidasi anion (ion negatif) pada anoda (Setianingrum dkk., 2017). Ketika tegangan dinaikkan, sejumlah besar elektroda besi (Fe) terurai menjadi Fe^{3+} , dan flok $Fe(OH)_3$ dapat terbentuk. Hasil dari proses oksidasi elektroda Fe adalah $Fe(OH)_3$ yang berfungsi sebagai koagulan untuk mengikat pengotor yang terkandung dalam limbah, sehingga semakin banyak dihasilkan koagulan $Fe(OH)_2$ pada tegangan tinggi (Ningsih dkk., 2019).

Semakin lama waktu pemrosesan, penyisihan TSS semakin besar dan sebaliknya. Hal ini disebabkan semakin banyak waktu yang diperlukan dalam elektrokoagulasi, semakin banyak interaksi yang terjadi antar partikel sehingga menghasilkan ukuran yang lebih besar dan kualitas penjernihan air yang lebih baik. Secara keseluruhan, prinsip alur kerja reduksi TSS adalah massa flok ditingkatkan sehingga berat jenis flok menjadi besar dan akan mengendap (Takwanto dkk., 2018). Variasi tegangan dan waktu proses yang baik untuk pengolahan lindi metode elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit dalam menurunkan konsentrasi TSS adalah 30 volt dan waktu 90 menit sebesar 3 mg/L. Efisiensi penurunan TSS yang diperoleh adalah sebesar 99,86% dari 2.210 mg/L menjadi 3 mg/L. Pada penelitian yang dilakukan oleh Muryanto, dkk (2018) penurunan kandungan TSS limbah cair industri minuman dengan kombinasi metode elektrokoagulasi dan adsorpsi karbon aktif diperoleh hasil sebesar 90,12%. Pengolahan dengan kombinasi elektrokoagulasi dan adsorpsi menunjukkan hasil yang baik. Metode adsorpsi menunjukkan bahwa semakin banyak adsorben yang digunakan menyebabkan

penyisikan TSS semakin tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain yaitu luas permukaan dari adsorben, ukuran partikel adsorben, serta kecepatan pencampuran larutan.

3.3 Pengaruh tegangan dan waktu terhadap pH air lindi setelah pengolahan

Gambar 4 menjelaskan hubungan waktu terhadap nilai pH pada penelitian air lindi yang telah dilakukan dengan metode elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit sebagai berikut:



Gambar 4. Nilai pH pada air lindi

Berdasarkan Gambar 4, nilai pH air lindi meningkat seiring besarnya tegangan dan waktu yang diberikan. Pada variasi 30 volt dengan waktu proses 90 menit pH meningkat dari yang sebelum dilakukan pengolahan senilai 8,3 menjadi 9,4. Selama elektrokoagulasi, oksidasi terjadi pada elektroda anoda dan hidrogen juga terbentuk di katoda. Pada hidroksil ion terbentuk oleh elektroda pada katoda yang dilarutkan akan meningkatkan pH air limbah dari waktu ke waktu (Amri dkk., 2020).

4 KESIMPULAN

Pengaruh tegangan dan waktu pada pengolahan air lindi kombinasi elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit menunjukkan hasil yang signifikan untuk penurunan konsentrasi COD dan penurunan TSS. Metode kombinasi ini mampu menurunkan konsentrasi COD, TSS pada air lindi dengan menggunakan variasi tegangan (10,20, dan 30) volt dan waktu proses (30, 60, dan 90) menit. Variasi terbaik diperoleh pada tegangan 30 volt dan waktu proses 90 menit dengan efisiensi penurunan COD sebesar 98,6% dari 7.300 mg/L menjadi 102,3 mg/L, efisiensi TSS sebesar 99,86% dari konsentrasi TSS 2.210 mg/L menjadi 3 mg/L, dan nilai pH sebesar 9,4.

PERSANTUNAN

Penulis menyampaikan terimakasih kepada pengelola TPA Sukosari Jumantono, Kabupaten Karanganyar, dan seluruh staf Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada Trisnawati dan Anisa Nur yang telah membantu dalam penelitian serta peran semua pihak sehingga penelitian dapat tertuang ke dalam tulisan dan dapat diinformasikan kepada khalayak umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Afsharnia, M. et al. (2018). Sono-electrocoagulation of fresh leachate from municipal solid waste; Simultaneous applying of iron and copper electrodes. *International Journal of Electrochemical Science*. Vol.13(1), 472–484.
- Amri, I., Awalsya, F. and Irdoni. (2020). Pengolahan limbah cair industri pelapisan logam dengan proses elektrokoagulasi secara kontinyu. *Chempublish Journal*. Vol.5(1), 15–26.
- Amri, I., Destinefa, P. and Zultiniar. (2020). Pengolahan limbah cair tahu menjadi air bersih dengan metode elektrokoagulasi secara kontinyu. *Chempublish Journal*. Vol.5(1), 57–67.
- Bazrafshan, E., Alipour, M. R. and Mahvi, A. H. (2016). Textile wastewater treatment by application of combined chemical coagulation, electrocoagulation, and adsorption processes. *Desalination and Water Treatment*. Vol.57(20), 9203–9215.
- Bharath, M., Krishna, B. M. and Kumar, B. M. (2020). Degradation and biodegradability improvement of the land fill leachate using electrocoagulation with iron and aluminum electrodes: A comparative study. *Water Practice & Technology*. Vol.15(2), 540–549.
- Gemala, M. and Ulfah, N. (2020). Efektifitas Metode Kombinasi Pasir Zeolit dan Arang Aktif dalam Pengolahan Air Lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. Vol.4(2), 162–167.
- Ghanbari, F., Wu, J., Khatebasreh, M., Ding, D. and Lin, K. A. (2020). Efficient treatment for landfill leachate through sequential electrocoagulation, electrooxidation and PMS/UV/CuFe₂O₄ process. *Separation and Purification Technology*. Vol.242, 1–10.
- Kurniawati, E. and Sanuddin, M. (2020). Metode filtrasi dan adsorpsi dengan variasi lama kontak dalam pengolahan limbah cair batik. *Riset Informasi Kesehatan*. Vol.9(2), 126.
- Muryanto, M., Marlina, E., Sari, A. A., Harimawan, A. and Sudarno, S. (2018). Treatment of beverage industry wastewater using a combination of electrocoagulation and adsorption processes. AIP Conference Proceedings, 1–8.

- Ningsih, E., Ayunaningsih, M. C. and Adythia, T. (2019). Pengolahan Limbah Industri Farmasi Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dengan Elektroda Fe-Fe. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2019, (November), 230–235.
- Rusdianasari., Taqwa, A., Jaksen. And Syakdani, A. (2017). Treatment of landfill leachate by electrocoagulation using aluminum electrodes. MATEC Web of Conferences, 101(1), 1–6.
- Setianingrum, N. P., Prasetya, A. and Sarto. (2017). Pengaruh tegangan listrik, jarak antar elektroda dan waktu kontak terhadap penurunan zat warna remazol red rb menggunakan metode elektrokoagulasi. Prising Seminar Nasional Teknologi Pengolahan Limbah XV.
- Sinaga, H., Amri, I. and Irdoni, HS. (2019). Pemanfaatan Teknologi Elektrokoagulasi Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Elektroda Al-Al Dengan Variabel Jarak Elektroda Dan Kuat Arus. Jom FTEKNIK, 6(1), 1–6.
- Syawalian, M. A. R., Yohana, Y. and Kahar, A. (2019). Pengaruh Kuat Arus dan Tegangan Terhadap Perubahan Kandungan Logam pada Lindi TPA Sampah dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Chemurgy*. Vol.3(1), 6–10.
- Takwanto, A., Mustain, A., & Sudarminto, H. P. (2018). Penurunan Kandungan Polutan pada Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi-Adsorpsi Karbon Aktif untuk Memenuhi Standar Baku Mutu Lingkungan. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*. Vol.2(1), 11.