

Analisis Jenis Elektroda dan Waktu Kontak pada Proses Elektrokoagulasi untuk Pengolahan Air Lindi

**Budi Nining Widarti^{1*}, Mutiara Asih¹⁾, Searphin Nugroho¹⁾, Ibrahim¹⁾,
Dwi Ermawati Rahayu¹⁾**

¹⁾ Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Mulawarman
E-mail: budi.nining@unmul.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan sampah yang terus meningkat akibat pertumbuhan populasi dan perubahan pola konsumsi masyarakat menyebabkan akumulasi limbah di TPA menghasilkan air lindi yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Air lindi mengandung zat berbahaya seperti logam berat, bahan organik, dan mikroorganisme patogen. Metode elektrokoagulasi menjadi solusi efektif untuk mengurangi kandungan TSS, COD, BOD, dan N Total dengan memanfaatkan energi listrik untuk mengendapkan partikel melalui koagulasi, elektrooksidasi, dan elektroflotasi. Penelitian ini menganalisis pengaruh jenis elektroda (Al-Al dan Fe-Al) dan waktu kontak (45, 60, dan 75 menit) pada tegangan 22 Volt. Hasil menunjukkan waktu optimal 75 menit dengan efisiensi tertinggi: pH mencapai 9,2 (Al-Al), TSS turun hingga 20 mg/L (94,60%) dengan Fe-Al, BOD menjadi 43,2 mg/L (91,10%), COD 180 mg/L (93,90%) menggunakan Al-Al, serta N Total menurun hingga 7,89 mg/L (97,80%) dengan Fe-Al. Elektrokoagulasi terbukti efektif sebagai alternatif pengelolaan air lindi.

Kata Kunci : Air Lindi, BOD, COD, Elektrokoagulasi, N Total, pH, Plat Elektroda TSS, N Total, Waktu Kontak

ABSTRACT

The increasing waste problem due to population growth and changes in consumption patterns has led to the accumulation of waste in landfills, producing leachate that poses risks to the environment and public health. Leachate contains hazardous substances such as heavy metals, organic compounds, and pathogenic microorganisms. Electrocoagulation is an effective method for reducing TSS, COD, BOD, and Total Nitrogen by utilizing electrical energy to precipitate particles through coagulation, electrooxidation, and electroflotation. This study analyzed the effects of electrode types (Al-Al and Fe-Al) and contact times (45, 60, and 75 minutes) at an operating voltage of 22 volts. The results showed that the optimal contact time was 75 minutes, yielding the highest efficiency: pH reached 9.2 (Al-Al), TSS decreased to 20 mg/L (94.60%) with Fe-Al, BOD reduced to 43.2 mg/L (91.10%), COD to 180 mg/L (93.90%) using Al-Al, and Total Nitrogen dropped to 7.89 mg/L (97.80%) with Fe-Al. Electrocoagulation has proven to be an effective alternative for leachate treatment.

Keywords: Leachate, BOD, COD, Electrocoagulation, Total Nitrogen (N Total), pH, Electrode Plate, TSS, Contact Time

1. Pendahuluan

Penumpukan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) berpotensi menyebabkan pencemaran air tanah akibat infiltrasi zat-zat tercemar yang berasal dari sampah. Cairan lindi yang terbentuk di TPA merupakan hasil dari proses dekomposisi sampah oleh aktivitas mikroorganisme dalam kondisi anaerob (tanpa oksigen). Selama proses ini, air hujan atau cairan dari sampah melarutkan senyawa-senyawa yang terkandung dalam timbunan sampah, menghasilkan air lindi yang dapat meresap ke dalam tanah sekitar atau terkumpul di dasar TPA (Alabiad et al., 2017).

Lindi merupakan salah satu jenis air limbah yang mengandung berbagai parameter pencemar lingkungan, seperti Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solids (TSS), nitrogen total, serta memiliki karakteristik asam (pH rendah), berwarna keruh kehitaman, berbau menyengat, dan mengandung logam berat. Kandungan yang tinggi dari parameter-parameter tersebut menyebabkan lindi memiliki kontribusi yang besar terhadap pencemaran lingkungan perairan (Alabiad et al., 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jenis elektroda, waktu kontak, dan kondisi optimum dalam proses elektrokoagulasi terhadap parameter kualitas air lindi, yaitu derajat keasaman (pH), BOD, COD, TSS, dan total nitrogen (N total). Elektrokoagulasi dipilih sebagai metode alternatif dalam pengolahan lindi karena mampu menurunkan kandungan COD, BOD, dan TSS secara efektif. Metode ini bekerja dengan memanfaatkan energi listrik untuk membentuk koagulan dari elektroda yang terlarut, serta menghasilkan gas hidrogen pada katoda melalui proses elektrolisis. Dengan kandungan ion anorganik yang tinggi dalam air lindi, elektrokoagulasi dinilai sebagai metode yang efisien untuk pengolahan limbah cair tersebut (Sinaga et al., 2019).

2. Metode Penelitian

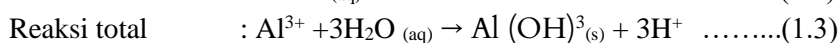
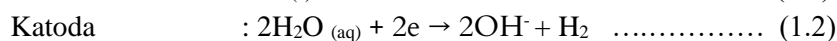
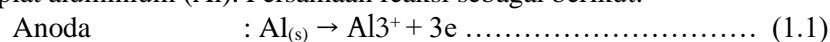
Metode ini menggunakan metode elektrokoagulasi pada air lindi menggunakan jenis elektroda Aluminium-Aluminium (Al-Al) dan Besi-Aluminium (Fe-Al), dengan ukuran 10 x 2 cm pada jarak 2 cm. Proses Pengolahan dilakukan selama 45, 60, dan 75 menit. Kemudian untuk variabel terikat adalah pH, TSS, BOD, COD, N Total, yang terakhir Variabel Kontrol yaitu Tegangan 22 Volt dan Jarak Elektroda sebesar 2 cm. Alan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: DC Power Supply, Wadah air kaca 1000 mL, pH Meter AMTAST-KL-016, Oven *memmert* UN 55 53L, Pompa vakum, Gelas ukur 1000 mL, Corong *buncher*, Kabel penghantar Listrik, Penjepit Besi, Air lindi, Pelat Fe (besi) 10 x 2 cm, Pelat Al (aluminium) 10 x 2 cm, Kertas saring whattman No. 42.

A. Prinsip Kerja

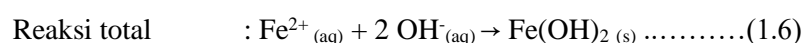
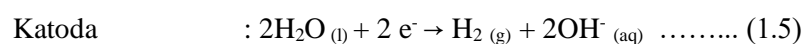
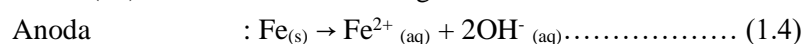
Elektrokoagulasi merupakan metode pengolahan air berbasis elektrokimia, di mana anoda melepaskan ion logam yang berperan sebagai koagulan aktif ke dalam larutan, sementara pada katoda terjadi pelepasan gas hidrogen akibat reaksi elektrolisis (Sinaga dkk., 2019). Proses ini bekerja berdasarkan prinsip reaksi redoks, yaitu oksidasi yang berlangsung pada anoda (elektroda positif) dan reduksi pada katoda (elektroda negatif) (Wiyanto dkk., 2014).

Dalam praktiknya, elektrokoagulasi memanfaatkan elektroda logam sebagai anoda dan katoda. Anoda mengalami oksidasi sehingga ion logam terlepas dan berfungsi sebagai koagulan, sedangkan pada katoda terjadi reaksi reduksi yang menghasilkan gas hidrogen. Arus listrik yang digunakan dalam proses ini berfungsi menggantikan koagulan kimia, sehingga partikel koloid yang berukuran sangat kecil dapat menggumpal dan mengendap (Vaujiah, 2018).

Menurut Masrullita dkk. (2021), reaksi yang terjadi pada proses elektrokoagulasi pada sisi katoda menggunakan plat aluminium (Al). Persamaan reaksi sebagai berikut:



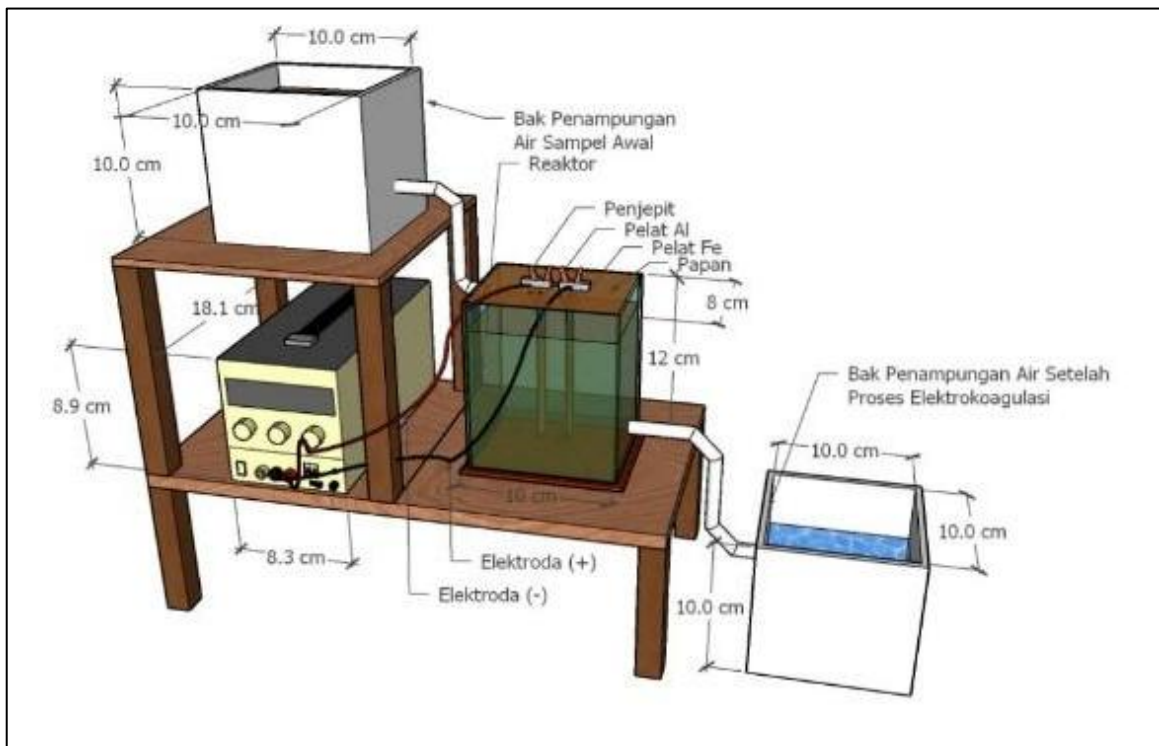
Menurut Segura dkk. (2017), reaksi yang terjadi pada proses elektrokoagulasi pada sisi anoda menggunakan plat besi (Fe). Persamaan reaksi sebagai berikut:



B. Prosedur Kerja

Prosedur kerja yang dilakukan ada beberapa tahapan diantaranya : (1) Air lindi diencerkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengolahan dengan perbandingan akuades dan air lindi (10:1). (2) Air lindi yang diambil dari TPA Bukit Pinang Samarinda dilakukan pemeriksaan karakteristik awal (pH, TSS,

COD, BOD, N Total) sebelum dilakukan pengolahan. (3) Kemudian air lindi dilakukan pengolahan secara elektrokoagulasi. Elektroda Besi-Aluminium (Fe-Al) dimasukkan ke dalam reaktor yang berisi air lindi sebanyak 600 mL dengan jarak antar elektroda 2 cm. Kemudian dilakukan reaksi elektrokoagulasi dengan variasi tegangan 22 volt dan variasi waktu proses (45, 60, dan 75) menit. Dilakukan juga pengolahan menggunakan kombinasi elektroda Aluminium-Aluminium (Al-Al) dengan prosedur yang sama seperti sebelumnya. (4) Melakukan uji karakteristik air lindi setelah dilakukan pengolahan berupa pH, TSS COD, BOD, dan N Total. Rangkaian alat elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Alat Pengolahan Elektrokoagulasi

3. Hasil dan Pembahasan

Air lindi memerlukan perlakuan awal, yaitu dengan melakukan pengenceran terlebih dahulu, tujuan pengenceran pada sampel adalah untuk menurunkan berbagai zat-zat kimia berbahaya seperti logam berat serta bahan organik dan anorganiknya untuk mencegah terjadinya korosi pada plat elektroda. Setelah dilakukan pengenceran, kemudian air lindi dapat diolah menggunakan metode elektrokoagulasi untuk menurunkan parameter-parameter tinggi yang terdapat dalam air lindi. Parameter kualitas air lindi diukur meliputi pH, TSS, BOD, COD, dan N Total. Dari hasil analisa air lindi TPA Bukit Pinang didapatkan hasil analisa yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Karakteristik Air Lindi TPA Bukit Pinang

Parameter	Satuan	Nilai Konsentrasi Sampel Awal	Baku Mutu
pH	-	7,6	6 – 9
BOD	mg/L	510,64	150
COD	mg/L	2.948,19	300
TSS	mg/L	370	100
N Total	mg/L	352	60

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor P.59/ Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh data untuk COD, TSS, pH pada pengolahan air lindi dengan metode elektrokoagulasi. Hasil pengujian kualitas sampel air lindi setelah pengolahan dengan kombinasi elektroda Fe- Al dan Al-Al dan waktu proses (45, 60, 75) menit sebagai berikut:

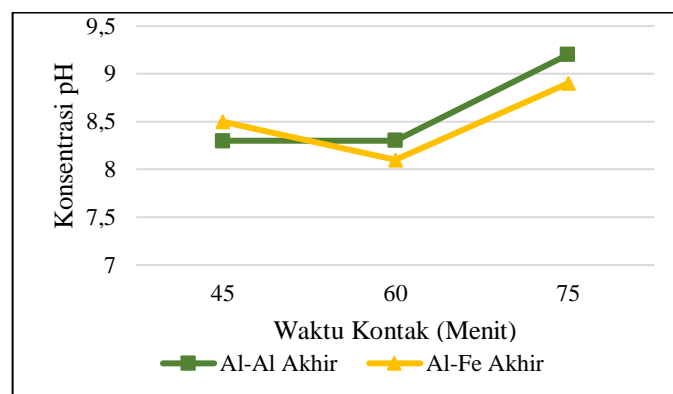
A. Hasil Pengujian Nilai Konsentrasi pH

Hasil pengujian kualitas sampel air lindi setelah pengolahan dengan kombinasi elektroda Fe- Al dan Al-Al dan waktu proses (45, 60, 75) menit terhadap pH sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Nilai Konsentrasi pH				
Perlakuan	Waktu (menit)	Konsentrasi Awal pH	pH Setelah Pengenceran	Konsentrasi Akhir pH
22 V	45	7,6	6,5	8,3
	60			8,3
	75			9,2
	45	7,6	6,5	8,5
	60			8,1
	75			8,9

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, pengolahan air lindi dengan metode elektrokoagulasi untuk parameter pH dapat dikatakan berhasil, hal ini dikarenakan nilai pH pada awal dan sesudah pengolahan berhasil netral hingga basa dengan nilai pH sebelum dilakukan pengolahan sebesar 6,5. Pada variasi plat Al-Al, diperoleh hasil pada percobaan dengan waktu kontak berturut - turut 45, 60, 75 menit. Hasil nilai pH pada variasi waktu 45 menit merupakan nilai pH terendah yaitu sebesar 8,3 dan pada variasi 75 menit merupakan nilai pH tertinggi yaitu sebesar 9,2. Pada variasi plat Fe-Al, dengan waktu kontak berturut - turut 45, 60, 75 menit diperoleh hasil nilai pH setelah melalui pengolahan elektrokoagulasi. Variasi waktu 60 menit merupakan nilai pH terendah yaitu sebesar 8,1 dan pada variasi waktu 75 menit merupakan nilai pH tertinggi yaitu sebesar 8,9.

Gambar 2 menjelaskan peningkatan dan penurunan pH selama proses elektrokoagulasi pada penelitian air lindi yang telah dilakukan sebagai berikut:



Gambar 2. Konsentrasi pH pada air lindi

Berdasarkan Tabel 2, Selama proses elektrokoagulasi, nilai pH dapat naik atau turun. Perubahan ini dipengaruhi oleh pasivasi pada plat elektroda, yaitu kondisi ketika permukaan elektroda tertutupi flok sehingga menghambat pelepasan ion logam dari anoda maupun pembentukan ion OH^- dari katoda. Peningkatan pH terjadi akibat penumpukan ion hidroksida (OH^-) yang dihasilkan pada katoda. Semakin lama waktu kontak dan semakin besar arus listrik yang digunakan, semakin banyak ion OH^- yang terbentuk. Ion-ion ini akan menetralkan ion H^+ dalam larutan, sehingga pH larutan berubah dari asam menjadi netral bahkan basa (Prayitno dkk., 2018). Hasil Pengujian Nilai Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS)

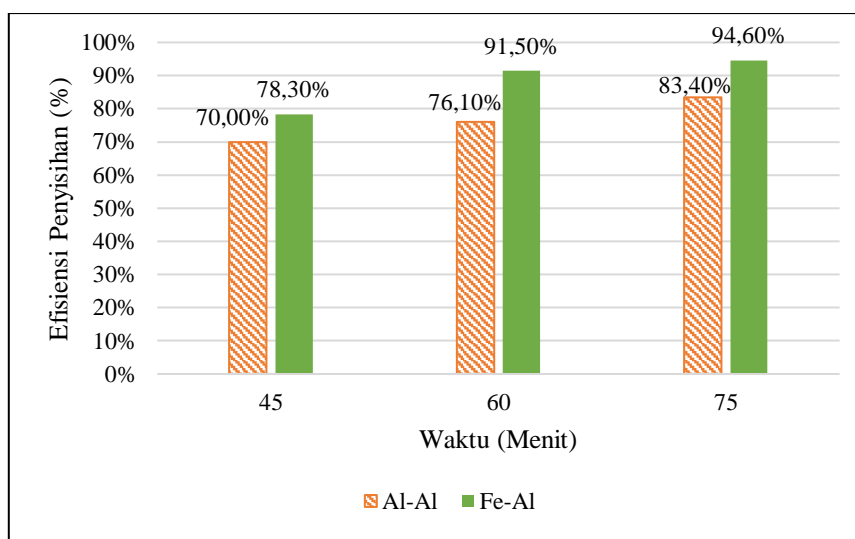
Hasil pengujian kualitas sampel air lindi setelah pengolahan dengan kombinasi elektroda Fe- Al dan Al-Al dan waktu proses (45, 60, 75) menit terhadap *Total Suspended Solid* (TSS) sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Nilai Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS)

Perlakuan	Waktu (menit)	Konsentrasi Awal TSS (mg/L)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
22 V	Al-Al	370	88,3	70,00%
			85	76,10%
			61,6	83,40%
	Fe-Al	370	78,3	78,30%
			31,6	91,50%
			20	94,60%

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, pengolahan air lindi dengan metode elektrokoagulasi untuk parameter TSS dapat dikatakan berhasil, hal ini dikarenakan terjadi penyisihan kadar TSS yang cukup besar pada air lindi setelah dilakukan proses elektrokoagulasi. Kadar TSS sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 370 mg/L. Pada penelitian ini pengujian nilai kadar TSS air lindi pada setiap variasi menggunakan metode gravimetri berdasarkan SNI 6989:3 tahun 2019.

Gambar 3 menjelaskan efisiensi penurunan TSS selama proses elektrokoagulasi pada penelitian air lindi yang telah dilakukan sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Efisiensi Penurunan Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS)

Pada penelitian dengan elektroda Al–Al, variasi waktu kontak menunjukkan penurunan TSS yang berbeda. Pada waktu 45 menit, TSS berkurang menjadi 88,3 mg/L (88,4%), pada 60 menit turun menjadi 85 mg/L (76,1%), dan pada 75 menit mencapai 61,6 mg/L (70%). Penurunan optimum diperoleh pada waktu kontak 75 menit, dengan kadar TSS 61,6 mg/L yang telah memenuhi baku mutu lingkungan. Sementara itu, penggunaan elektroda Fe–Al menunjukkan hasil yang lebih efektif, di mana pada 45 menit TSS turun menjadi 78,3 mg/L (78,3%), pada 60 menit menjadi 31,6 mg/L (91,5%), dan pada 75 menit mencapai 20 mg/L (94,6%). Hasil terbaik juga dicapai pada waktu kontak 75 menit dengan kadar TSS 20 mg/L sesuai baku mutu lingkungan. Penyisihan TSS ini terjadi melalui reaksi elektrokimia pada elektroda selama proses elektrokoagulasi. Anoda mengalami oksidasi membentuk Al^{3+} yang bereaksi dengan OH^- menghasilkan $Al(OH)_3$ sebagai koagulan yang mampu mengikat polutan, sedangkan katoda menghasilkan gas hidrogen yang membantu mengangkat flok ke permukaan. Flok yang terbentuk semakin lama semakin besar, kemudian mengendap di dasar reaktor elektrokoagulasi (Ni'am dkk., 2017).

B. Hasil Pengujian Nilai Konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD)

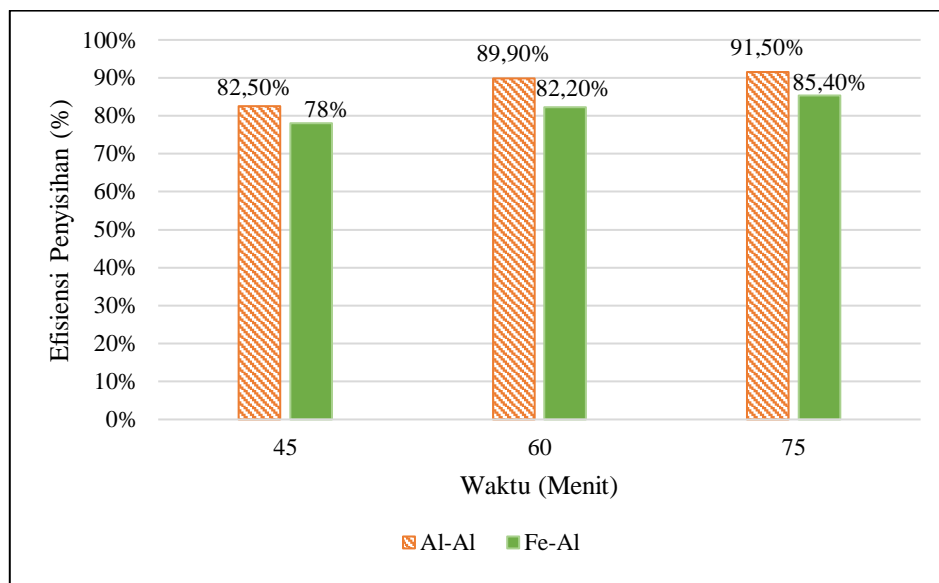
Hasil pengujian kualitas sampel air lindi setelah pengolahan dengan kombinasi elektroda Fe- Al dan Al-Al dan waktu proses (45, 60, 75) menit terhadap *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Nilai Konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Perlakuan	Waktu (menit)	Konsentrasi Awal BOD (mg/L)	Konsentrasi Akhir BOD (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
22 V	Al-Al	510,64	89,2	83,5 %
			51,4	89,9 %
			43,2	91,5 %
	Fe-Al	510,64	112,4	78 %
			90,8	82,2 %
			74,5	85,4 %

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, pengolahan air lindi dengan metode elektrokoagulasi untuk parameter BOD dapat dikatakan berhasil, hal ini dikarenakan terjadi penyisihan kadar BOD yang cukup besar pada air lindi setelah dilakukan proses elektrokoagulasi. Kadar BOD sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 510,64 mg/L. Pada penelitian ini pengujian nilai kadar BOD air lindi pada setiap variasi menggunakan metode gravimetri berdasarkan SNI 6989:72 tahun 2009 yang dilakukan di PT. Laboratorindo Alam Bestari, Samarinda.

Gambar 4 menjelaskan efisiensi penurunan BOD selama proses elektrokoagulasi pada penelitian air lindi yang telah dilakukan sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik Efisiensi Penurunan Konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Penelitian menggunakan elektroda Al–Al dengan variasi waktu kontak 45, 60, dan 75 menit menunjukkan penurunan kadar BOD air lindi hingga di bawah baku mutu lingkungan (<150 mg/L). Pada waktu 45 menit, BOD turun menjadi 89,2 mg/L (82,5%), 60 menit menjadi 51,4 mg/L (89,9%), dan 75 menit mencapai 43,2 mg/L (91,5%). Sementara itu, penggunaan elektroda Fe–Al juga memberikan hasil yang memenuhi baku mutu, dengan penurunan BOD menjadi 112,4 mg/L (78%) pada 45 menit, 90,8 mg/L (82,2%) pada 60 menit, dan 74,5 mg/L (85,4%) pada 75 menit. Penurunan BOD terjadi karena proses elektrokoagulasi menghasilkan spesies koagulan melalui oksidasi anoda dengan arus listrik, yang mampu menangkap dan mengikat polutan, membentuk flok, dan mengendapkannya sehingga polutan dapat dipisahkan dari air limbah (Subuharni, 2023).

C. Hasil Pengujian Nilai Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD)

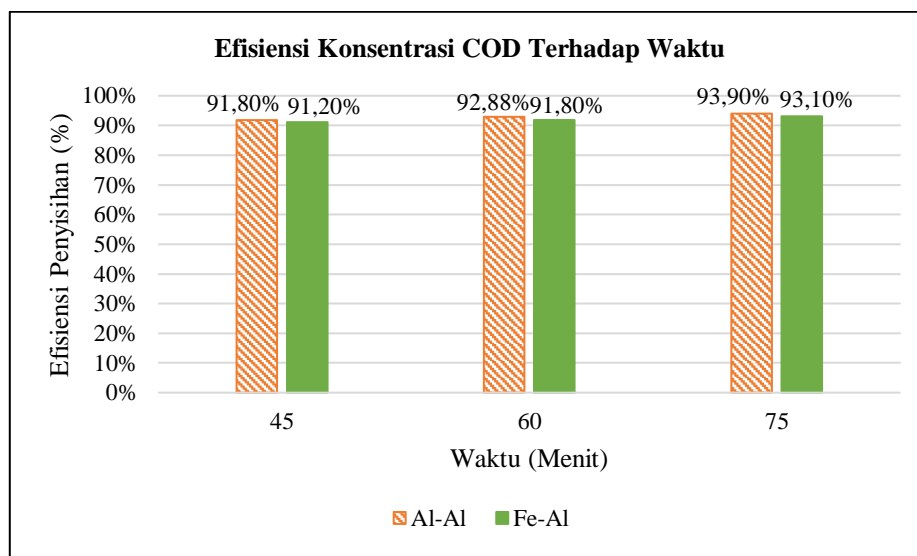
Hasil pengujian kualitas sampel air lindi setelah pengolahan dengan kombinasi elektroda Fe- Al dan Al-Al dan waktu proses (45, 60, 75) menit terhadap *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian Nilai Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Perlakuan	Waktu (menit)	Konsentrasi Awal COD (mg/L)	Konsentrasi Akhir COD (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
22 V	45	2.948,19	240,4	91,80%
	60		210,2	92,88%
	75		180	93,90%
	45	2.948,19	258,6	91,20%
	60		240,4	91,80%
	75		204,2	93,10%

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, pengolahan air lindi dengan metode elektrokoagulasi untuk parameter COD dapat dikatakan berhasil, hal ini dikarenakan terjadi penyisihan kadar COD yang cukup besar pada air lindi setelah dilakukan proses elektrokoagulasi. Kadar COD sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 2.948,19 mg/L. Pada penelitian ini, pengujian nilai kadar COD air lindi pada setiap variasi menggunakan metode gravimetri berdasarkan SNI 6989:15 tahun 2019 yang dilakukan di PT. Laboratorindo Alam Bestari, Samarinda.

Gambar 5 menjelaskan efisiensi penurunan COD selama proses elektrokoagulasi pada penelitian air lindi yang telah dilakukan sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Efisiensi Penurunan Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Penelitian menggunakan elektroda Al–Al dengan variasi waktu kontak 45, 60, dan 75 menit menunjukkan penurunan COD air lindi hingga berada di bawah baku mutu lingkungan (<300 mg/L). Pada waktu kontak 45 menit, COD turun menjadi 240,4 mg/L (91,8%), pada 60 menit menjadi 210,2 mg/L (92,88%), dan pada 75 menit mencapai 180 mg/L (93,9%). Penggunaan elektroda Fe–Al juga menghasilkan penurunan COD yang signifikan, yakni menjadi 258,6 mg/L (91,2%) pada 45 menit, 240,4 mg/L (91,8%) pada 60 menit, dan 204,2 mg/L (93,1%) pada 75 menit. Penurunan COD pada proses elektrokoagulasi terjadi akibat reaksi oksidasi dan reduksi di dalam reaktor, di mana gas oksigen dan hidrogen yang terbentuk memicu pembentukan flok. Flok ini terbentuk ketika senyawa organik dalam limbah berikatan dengan ion koagulan bermuatan positif, misalnya $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang mampu mengikat ion H^+ , sehingga partikel koloid dan polutan dapat menggumpal dan terpisah dari larutan (Wiyanto, 2014).

D. Hasil Pengujian Nilai Konsentrasi Total Organik (N Total)

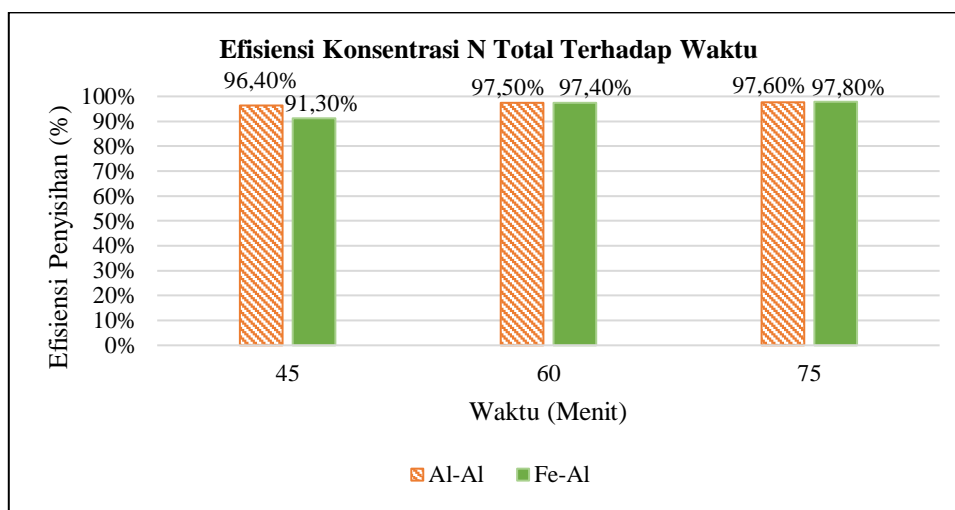
Hasil pengujian kualitas sampel air lindi setelah pengolahan dengan kombinasi elektroda Fe- Al dan Al-Al dan waktu proses (45, 60, 75) menit terhadap Total Organik (N Total) sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pengujian Nilai Konsentrasi N Total

Perlakuan	Waktu (menit)	Konsentrasi Awal N Total (mg/L)	Konsentrasi Akhir N Total (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
22 V	Al-Al	352	12,7	96,00%
			8,8	97,50%
			8,45	97,60%
	Fe-Al	352	30,5	91,30%
			9,11	97,40%
			7,89	97,80%

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, pengolahan air lindi dengan metode elektrokoagulasi untuk parameter N Total dapat dikatakan berhasil, hal ini dikarenakan terjadi penyisihan kadar N Total yang cukup besar pada air lindi setelah dilakukan proses elektrokoagulasi. Kadar N Total sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 352 mg/L. Pada penelitian ini pengujian nilai kadar N Total air lindi pada setiap variasi menggunakan metode Titrasi berdasarkan SNI 4146 tahun 2013 yang dilakukan di PT. Laboratorindo Alam Bestari, Samarinda.

Gambar 6 menjelaskan efisiensi penurunan N Total selama proses elektrokoagulasi pada penelitian air lindi yang telah dilakukan sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik Efisiensi Penurunan Konsentrasi Total Organik (N Total)

Penelitian dengan elektroda Al–Al pada variasi waktu kontak 45, 60, dan 75 menit mampu menurunkan kadar N Total air lindi hingga di bawah baku mutu lingkungan (<60 mg/L). Pada waktu 45 menit, N Total turun menjadi 12,7 mg/L (96,4%), 60 menit menjadi 8,8 mg/L (97,5%), dan 75 menit mencapai 8,45 mg/L (97,6%). Sementara itu, penggunaan elektroda Fe–Al juga menunjukkan hasil serupa, dengan penurunan N Total menjadi 30,5 mg/L (91,3%) pada 45 menit, 9,11 mg/L (97,4%) pada 60 menit, dan 7,89 mg/L (97,8%) pada 75 menit. Penurunan N Total melalui metode elektrokoagulasi terjadi karena proses elektrolisis pada sel elektrokimia, di mana elektroda aluminium sebagai katoda dan besi sebagai anoda mengalami oksidasi sehingga menghasilkan koagulan dan gas. Koagulan yang terbentuk berfungsi sebagai penggumpal sekaligus penyerap polutan organik maupun anorganik dalam air limbah, membentuk senyawa kompleks dengan massa molekul lebih besar sehingga mudah mengendap. Semakin banyak endapan yang terbentuk, semakin besar pula penurunan konsentrasi polutan dalam lindi (Takwanto, 2018).

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, diperoleh kesimpulan:

1. Pengaruh Waktu Kontak dan Jenis Elektroda: (a) Penambahan waktu kontak meningkatkan efisiensi penyisihan TSS, BOD, COD, dan N Total, serta meningkatkan pH. (b) Elektroda Al-Al

lebih efektif untuk peningkatan pH dan penyisihan BOD, COD, serta N Total, sedangkan elektroda Fe-Al unggul dalam penyisihan TSS.

2. Kondisi Optimum: Waktu kontak 75 menit adalah optimal. pH tertinggi (9,2) dicapai dengan Al-Al. TSS menurun hingga 20 mg/L (94,6%) dengan Fe-Al. BOD (43,2 mg/L, 91,1%) dan COD (180 mg/L, 93,9%) menurun dengan Al-Al. N Total mencapai 7,89 mg/L (97,8%) dengan Fe-Al.

5. Daftar Pustaka

- Alabiad, I., Ali, M. F. U., Zakarya, A. I., dan Adam, T., 2017, Treatment of landfill Leachate: COD, BOD and TSS Removal in Padang Siding Perlis Using Bio-Electrochemical Process.
- Sinaga, H., Amri, I., dan HS, I., 2019, Pemanfaatan Teknologi Elektrokoagulasi untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Elektroda Al-Al Dengan Variabel Jarak Elektroda dan Kuat Arus. Jom FTEKNIK, Vol.6, No. 1.
- Vaujiah, H., 2018, Perbandingan Efisiensi Penurunan Kesadahan Air Menggunakan Elektroda Aluminium (Al) dengan Konfigurasi Monopolar dan Bipolar pada Proses Elektrokoagulasi [Skripsi].
- Wiyanto, E., Harsono, B., Makmur, A., Pangputra, R., Julita., dan Kurniawan, S. M., 2014, Penerapan Elektrokoagulasi dalam Proses Penjernihan Limbah Cair. Jurnal Tadris Kimiya, Vol. 12, No. 1.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor P.59/ Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016.
- Prayitno, Ridantami, V., Mulyani, I.M., 2018, Pengaruh pH Terhadap Penurunan Konsentrasi Thorium Dalam Limbah Menggunakan Proses Elektrokoagulasi dengan Elektroda Almunium dan Tembaga. Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir, Vol 24 No. 3.
- Ni'am, A. C., Caroline, J., dan Afandi, M. H., 2017, Variasi Jumlah Elektroda Dan Besar Tegangan Dalam Menurunkan Kandungan COD Dan TSS Limbah Cair Tekstil Dengan Metode Elektrokoagulasi. Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 3 No.1.
- Subuharni, N., Masthura., Jumiaty, Ety., 2023, Penurunan Kadar TSS dan BOD pada Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Metode Elektrokoagulasi, Jurnal Redoks, Vol. 8, No. 2.
- Takwanto, A., Mustain, A., Sudarminto, H, P., 2018, Penurunan Kandungan Polutan pada Air Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi- Adsorpsi Karbon Aktif, Jurnal, Tek. Kim. Ling, Vol. 2, No. 1.