

Penurunan Kadar Pencemar Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) Menggunakan Metode Elektrokoagulasi

Intan Narulitas S., Guntar Marolop Saragih, Marhadi, & Siti Umi Kalsum[✉]
Universitas Batanghari

ABSTRAK

Limbah rumah potong hewan (LRPH) mengandung senyawa organik dan anorganik yang berpotensi mencemari lingkungan, seperti COD, ammonia, minyak lemak dan pH yang tidak stabil. Satu diantara metode yang diterapkan dalam pengolahan limbah cair RPH yaitu elektrokoagulasi aluminium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus dan waktu kontak pada proses elektrokoagulasi terhadap penurunan kadar COD, ammonia dan minyak lemak. Proses elektrokoagulasi dilakukan menggunakan elektroda aluminium dengan variasi kuat arus 10 A/m², 20 A/m², 30 A/m² dengan durasi kontak yaitu 60 menit, 120 menit, dan 180 menit. Hasil penelitian membuktikan bahwa peningkatan kuat arus dan durasi kontak berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar COD, ammonia, dan minyak lemak serta perbaikan nilai pH. Efisiensi tertinggi dicapai pada kuat arus 30 A/m² dengan durasi kontak 180 menit untuk parameter COD sebesar 76,26%, ammonia sebesar 59,82%, minyak lemak sebesar 66,93%, dan nilai pH mengalami peningkatan dari 6,93 sampai 8,63. Hasil ini menunjukkan bahwa elektrokoagulasi cukup efektif dalam menurunkan parameter pencemar dalam limbah cair RPH.

Kata kunci: Elektrokoagulasi, pH, COD, Ammonia, Minyak lemak

Reducing Pollutant Levels in Slaughterhouse Waste Using the Electrocoagulation Method

ABSTRACT

Slaughterhouse waste contains organic and inorganic compounds that have the potential to pollute the environment, such as COD, ammonia, fatty oils and unstable pH. One wastewater treatment technique is the aluminium plate electrocoagulation method. This research aims to determine the effect of current strength and contact time as well as its effectiveness in reducing levels of COD, ammonia, fat oil and changes in optimum pH in slaughterhouse waste. The study aimed to determine the effect of current density and contact time in the electrocoagulation process on the reduction of COD, ammonia, oil and grease levels. The electrocoagulation process was carried out using aluminium electrodes with variations in current density (10 A/m², 20 A/m², and 30 A/m²) and contact time (60, 120 and 180 minutes). The results showed the highest removal efficiencies of 59,82% for COD, 66,93% for oil and grease and 69,3% for ammonia, achieved at a current density of 30 A/m² and contact time of 180 minutes under neutral pH conditions. The findings indicate that electrocoagulation is effective in reducing pollutant parameters in slaughterhouse wastewater.

Keywords: Electrocoagulation, pH, COD, Ammonia, Fat Oil

PENDAHULUAN

Berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 13 Tahun 2010, dapat dikatakan bahwa Rumah Potong Hewan (RPH) memproduksi tiga kategori limbah yakni limbah padat, cair dan gas. Kota Jambi terdapat RPH yang didirikan pada tahun 1980 serta terus beroperasi

sampai sekarang, RPH tersebut termasuk bagian dari Unit Pelaksanaan Teknis Daerah (UPTD) Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan (DPKD) Kota Jambi yang bertempat di Jalan Kapten Pattimura Km.10 Kenali Besar Kota Jambi. Sebagian besar limbah cair RPH bersumber dari

[✉] Corresponding author
Address : Jambi, Jambi
Email : narulitaintan551@gmail.com

darah yang dihasilkan selama proses pemotongan hewan, air pencucian isi perut, pembersihan lantai tempat pemotongan hewan. RPH Kota Jambi belum dilengkapi dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk menangani limbah yang dihasilkannya.

LRPH hanya ditampung dalam bak penampungan kemudian berakhir disaluran umum atau sungai sehingga menyebabkan kualitas air tercemar, limbah cair dari RPH memiliki kandungan BOD, COD, TSS, serta Minyak dan lemak dengan kadar tinggi serta komposisi terdiri dari bahan organik, jika limbah cair tersebut dibuang ke perairan, hal tersebut dapat menyebabkan eutrofikasi yang membahayakan kehidupan biota air. Berdasarkan uraian diatas, maka salah satu metode yang mudah digunakan dan efektif dalam mengurnagi kandungan pencemar pada limbah cair RPH adalah elektrokoagulasi yaitu metode yang mengkombinasikan elektrolisis dan koagulasi dengan memanfaatkan energi listrik untuk mengendapkan partikel-partikel halus dalam air limbah (Yuliyani & Widayatno, 2020).

Penelitian Amri et al. (2020) menunjukkan metode elektrokoagulasi efektif dalam menurunkan kadar COD sebesar 72,17%, BOD sebesar 71,53% dan TSS sebesar 90,90% pada limbah tahu. Penelitian tersebut menggunakan variasi kuat arus dan waktu rekasi namun tidak mengevaluasi parameter ammonia dan minyak-lemak secara khusus. Selain itu, objek yang diteliti berupa limbah industry tahu yang memiliki karakteristik berbeda dari limbah rumah potong hewan. Sementara itu studi oleh Kasman et al. (2017) mengkaji elektrokoagulasi pada grey water namun tidka mengulas parameter lengkap seperti ammonia dan lemak. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui secara menyeluruh efektivitas elektrokoagulasi pada limbah cair RPH di Kota Jambi yang belum memiliki IPAL. Selain itu, parameter yang diuji mencakup pH, COD, ammonia serta minyak dan lemak.

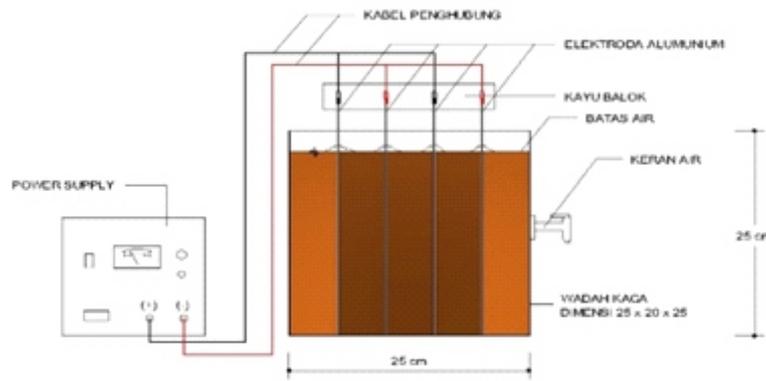
Metode elektrokoagulasi yang diterapkan dalam studi ini dengan tegangan yang digunakan sebesar 10 A/m², 20 A/m², 30 A/m² dan waktu 60 menit, 120 menit dan 180 menit. Parameter yang akan dianalisa dalam studi ini yaitu pH, COD, ammonia, serta minyak dan lemak. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pengembangan teknologi pengolahan LRPH.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dari bulan Oktober 2023 hingga Juli 2024 dnegan jenis penelitian eksperimen laboratorium yang bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode elektrokoagulasi digunakan untuk mengurangi kandungan pencemar dalam limbah cair RPH yang berlokasi penelitian dilakukan di rumah potong hewan (RPH) Kota Jambi yang terletak di Jalan Kapten Pattimura Km10 Kenali Besar Kota Jambi sedangkan untuk pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Jambi Lestari Internasional.

Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah *Grab sampling* atau pengambilan sampel sesaat dengan prosedur SNI 6989.59:2008. Pengambilan sampel dilakukan pada pukul 23:00 WIB dengan memakai gayung bertangkai, kemudian dituangkan ke dalam jerigen berkapasitas 20 liter (BSN, 2008). Adapun peralatan dan bahan yang digunakan yaitu limbah cair RPH, power supply, bak kaca, plat alumunium (20cmx20cm), kabel penghubung, penjepit buaya, keran air, jerigen (20 liter), corong (30cm), gayung panjang (42cm), botol kaca (1000ml), botol plastik (600ml), sepatu boot, ember plastik.

Reaktor yang dipakai dalam penelitian ini dibuat dari bak kaca dengan dimensi panjang 25 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 20 cm. Penelitian ini memanfaatkan aluminium untuk anoda dan katoda dengan dimensi plat elektroda dengan panjang 20 cm, lebar 20 cm dan tebal 2 mm serta jarak plat 5 cm untuk kapasitas reaktor yaitu 12 liter. Gambar 1 adalah



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 1
Desain reaktor elektrokoagulasi

gambar desain reaktor elektrokoagulasi.

Analisis dalam penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif tabulasi dan perhitungan efektivitas penurunan kadar pencemar dengan membandingkan nilai pada kadar air sebelum pengolahan dan sesudah pengolahan yang dinyatakan dalam persen. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui persentase efektivitas kadar pencemar dengan menggunakan rumus berikut (Hanif, 2022)

$$\% \text{efektivitas} = \frac{x}{y} \times 100 \quad (1)$$

Dimana x merupakan kadar sebelum pengolahan air limbah, dan y merupakan kadar setelah pengolahan air limbah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan proses penurunan kadar pencemar pada Limbah cair RPH menggunakan metode elektrokoagulasi maka limbah cair RPH diuji terlebih dahulu untuk mengetahui parameter awal limbah cair itu menggunakan acuan standar baku mutu dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Lampiran XLV Gambar 2 adalah gambar sampel limbah cair RPH sebelum pengolahan.

Penelitian ini menggunakan alat elektroda dalam proses *batch* di laboratorium. Perangkat elektrokoagulasi terdiri dari dua komponen utama yaitu reaktor elektrokoagulasi dan pelat elektroda. Reaktor elektrokoagulasi dirancang dengan ukuran dimensi 25 cm x

20 cm x 25 cm dengan parameter uji dalam penelitian ini adalah pH, COD, ammonia serta minyak dan lemak. Hasil uji awal limbah cair RPH tercantum dalam Tabel 1.



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 2
Limbah Cair RPH

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa limbah cair RPH melampaui baku mutu yang sudah menjadi acuan dalam penelitian ini, untuk parameter tertinggi yaitu COD sebesar 3086,21 mg/l, sedangkan ammonia sebesar 48,09 mg/l, minyak dan lemak dengan nilai konsentrasi 46,49 mg/l dan pH sebesar 6,08 masih dikategorikan memenuhi baku mutu maka dari hasil uji awal limbah cair RPH perlu dilakukan penurunan kadar pencemar dengan menggunakan metode elektrokoagulasi agar parameter tersebut memenuhi baku mutu.

Hasil Uji Parameter Air LRPB Setelah Metode Elektrokoagulasi

Tabel 1
Hasil Uji Awal LRPH

No	Parameter	Hasil Uji Awal	Satuan	Baku Mutu (Permen LH No. 05 Tahun 2014)
1.	pH	6,08	-	6-9
2.	COD	3086,21	mg/l	100
3.	Ammonia	48,09	mg/l	25
4.	Minyak dan Lemak	46,49	mg/l	15

Sumber: Data Primer Diolah, 2024

Tabel 2
Hasil Uji Akhir Parameter pH

Tegangan (A/m ²)	Waktu (menit)	Hasil Uji	Baku Mutu (Permen LH No. 05 Tahun 2014)
10	60	6,93	6-9
	120	7,24	
	180	7,25	
20	60	7,47	
	120	7,67	
	180	8,10	
30	60	8,52	
	120	8,59	
	180	8,68	

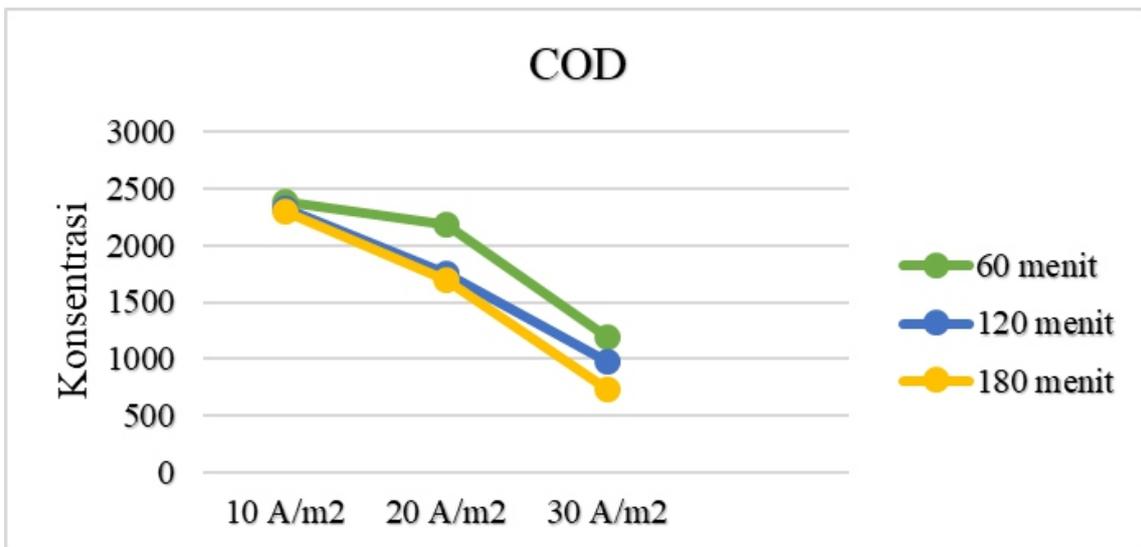
Sumber: Data Primer Diolah, 2024

Eksperimen ini menggunakan variasi tegangan pada reactor elektrokoagulasi yaitu 10 A/m², 20 A/m², 30 A/m² dan variasi waktu yang digunakan yaitu selama 60 menit, 120 menit, 180 menit pada setiap tegangan. Penetralan pH pada limbah cair RPH dengan metode elektrokoagulasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai pH terjadi peningkatan dari kuat arus 10 A/m² hingga 30 A/m² dengan waktu 60 menit hingga 180 menit yaitu 6,93 hingga mencapai 8,63. Kenaikan pH dengan metode ini terjadi karena elektroda aluminium berlangsung reaksi reduksi, yang terjadi dalam reaksi tersebut yaitu ion H⁺ dan ion OH⁻ akan bereaksi menghasilkan air. Oleh karena itu, dengan menambah tegangan jumlah ion tersebut yang dihasilkan dari elektroda katoda juga meningkat. Jika pH awal bersifat asam, maka pH akan bermetabolisme menjadi netral dan sebaliknya pun jika angka pH basa maka menghasilkan air hingga menjadi netral (Lubis et al., 2020).

Pengukuran parameter COD dalam penelitian ini bertujuan untuk mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimia. Gambar 3 yang merupakan grafik pengurangan kadar COD dan Gambar 4 adalah grafik efisiensi penyisihan parameter COD.

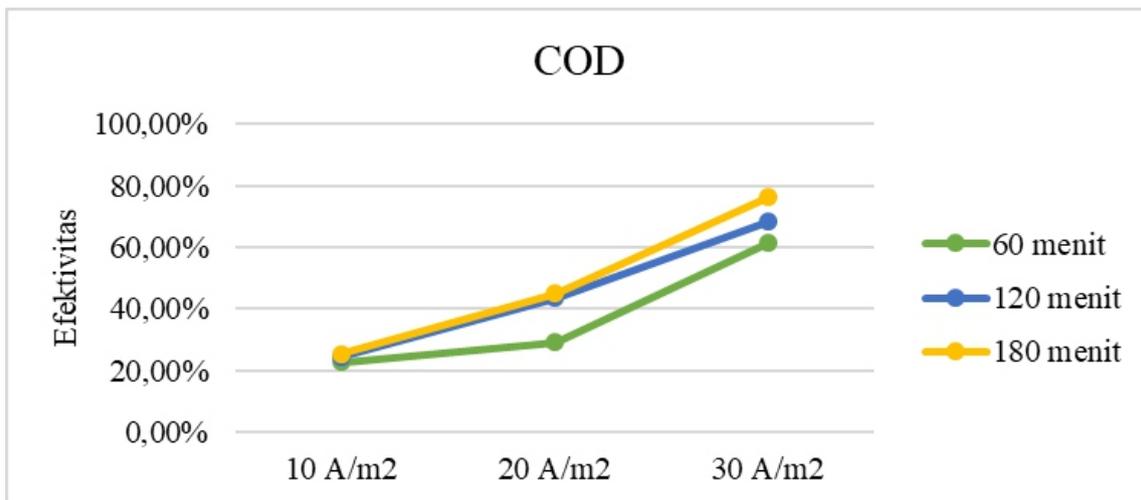
Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa penurunan kadar COD tertinggi terjadi pada arus 30 A/m² dan waktu kontak 180 menit yakni 3086,21 mg/l menjadi 732,44 mg/l dengan efisiensi sebesar 76,26%. Hal ini disebabkan oleh terjadinya flok dari ikatan antara ion senyawa organik dan ion koagulan bermuatan positif. Molekul dalam air limbah membentuk flok dimana partikel koloid limbah berperan dalam mengikat partikel lain yang terdapat dalam limbah seperti koloid AL(OH)₃. Koagulan bermuatan positif akan mengikat ion negatif pada kotoran, termasuk senyawa organik, dan membentuk flok yang mempermudah proses penurunan konsentrasi tertinggi



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 3

Grafik Penurunan Konsentrasi COD



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 4

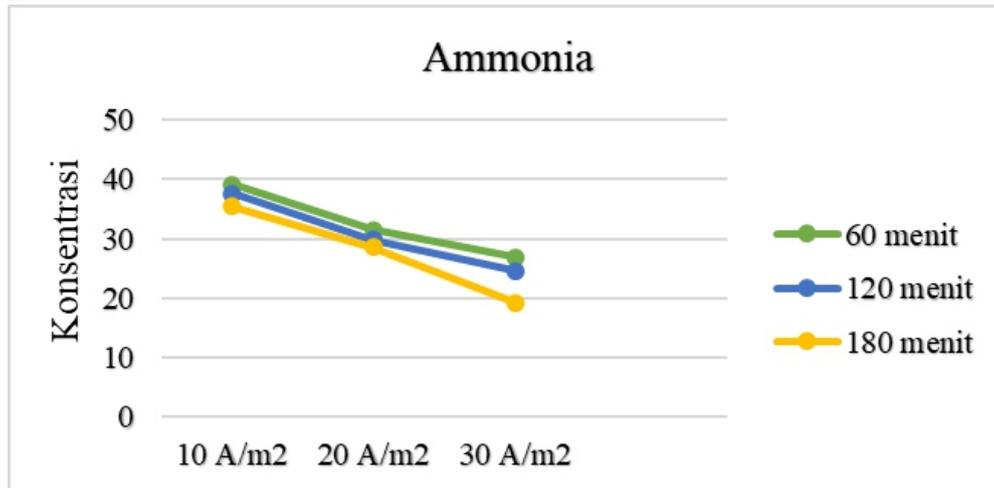
Grafik Efektivitas Penyisihan Parameter COD

terjadi pada perlakuan tegangan 30 A/m² dengan waktu 180 menit sebesar 76,26% (efektif) (Gambar 4) maka dari itu durasi waktu pada tahap elektrokoagulasi merupakan satu diantara faktor yang berdampak pada efektivitas pengolahan. Semakin panjang durasi dialokasikan, semakin tinggi pula tingkat penyisihan zat pencemar dalam limbah cair RPH. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Amri et al. (2020) dengan hasil bahwa penurunan COD sebesar 72,17% pada limbah tahu menggunakan metode serupa. Durasi kontak dan kuat arus berperan besar dalam membentuk jumlah

koagulan yang cukup untuk menstabilkan partikel terlarut.

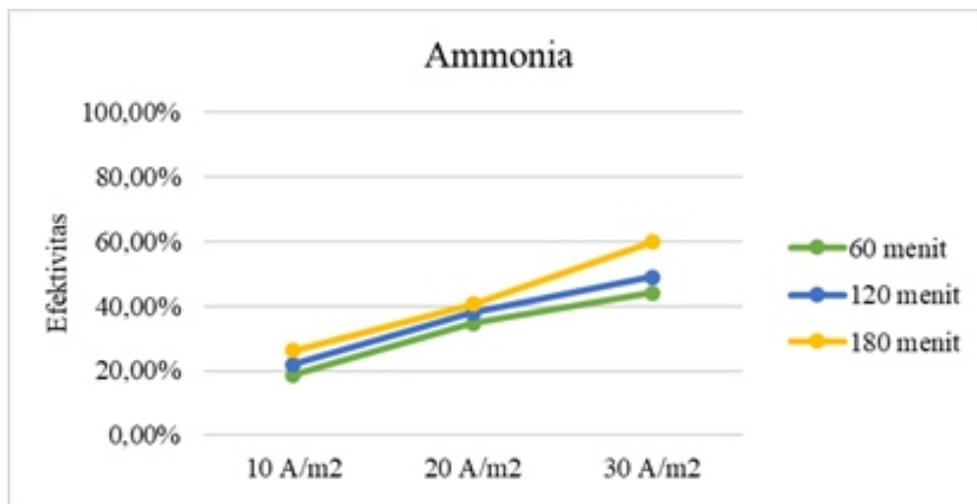
Ammonia adalah senyawa kimia yang menyebabkan bau menyengat memiliki keterkaitan dengan sifat fisik air, yang dapat mempengaruhi ekosistem di perairan (Farahdiba, 2019). Hasil efisiensi penyisihan dan penurunan konsentrasi ammonia menggunakan metode elektrokoagulasi hal tersebut dapat dilihat pada gambar 5 dan 6.

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan konsentrasi ammonia dari waktu 60 menit hingga 180 menit dengan penurunan terbesar pada



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 5
Grafik Penurunan Konsentrasi Ammonia



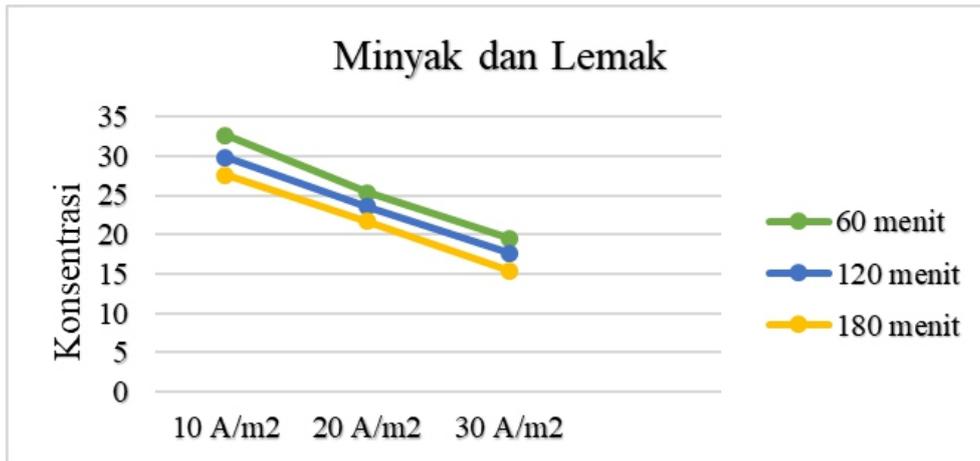
Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 6
Grafik Efektivitas Penyisihan Parameter Ammonia

waktu 180 menit dengan kuat arus 30 A/m² yaitu 19,32 mg/l dari hasil uji awal dengan nilai 48,09 mg/l yang mana nilai ini belum memenuhi baku mutu. Efektivitas penyisihan parameter ammonia dimana pada tegangan 30 A/m² dengan waktu 180 menit merupakan efektivitas tertinggi dengan nilai 59,82% (cukup efektif) dan terendah terjadi pada tegangan 10 A/m² dengan waktu 180 menit yaitu 26,24% (Gambar 6). Mekanisme penurunan ammonia terjadi karena dipengaruhi oleh reaksi oksidasi pada elektroda dan pengendapan dalam bentuk senyawa kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa hasil akhir masih

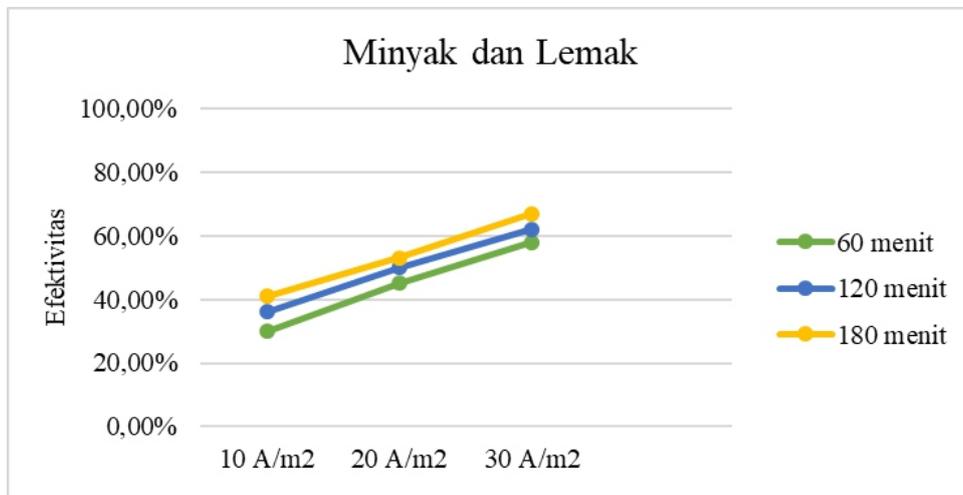
belum memenuhi baku mutu yaitu 25 mg/l. Reaksi elektrokoagulasi dapat menghasilkan ion koagulan yang membantu menangkap senyawa ammonia terlarut dalam limbah dengan ini perlunya tahap lanjutan seperti filtrasi atau aerasi dalam pengolahan lanjutan.

Senyawa minyak dan lemak berpotensi mencemari lingkungan perairan, sehingga konsentrasinya perlu dibatasi (Fitria, 2018). Hasil konsentrasi parameter minyak dan lemak yang terkandung dalam LRPH menggunakan pengolahan elektrokoagulasi dapat dilihat pada gambar 7 sedangkan untuk efektivitas penyisihannya dilihat pada gambar 8.



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 7
Grafik Penurunan Konsentrasi Minyak dan Lemak



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 8
Grafik Efektivitas Penyisihan Parameter Minyak dan Lemak

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan konsentrasi terhadap parameter minyak dan lemak menggunakan metode elektrokoagulasi dengan kuat arus 10 A/m² hingga 30 A/m² dengan hasil penurunan terbesar pada waktu 180 menit dengan kuat arus 30 A/m² adalah 15,37 mg/l dari hasil uji awal sebesar 46,49 mg/l. Penelitian yang dilakukan oleh Mucti et al. (2023) menjelaskan bahwa elektrokoagulasi mampu menurunkan minyak dan lemak melalui gaya tarik antar muatan ion positif dari elektroda dan partikel lemak bermuatan negatif. Proses ini terbukti efektif dalam kondisi waktu dan arus listrik tinggi. Sedangkan Gambar 8

merupakan gambar efektivitas penyisihan minyak dan lemak dengan hasil yang didapatkan pada tegangan 10 A/m² dengan waktu 180 menit sebesar 53,25% merupakan efisiensi terendah dan efisiensi tertinggi terdapat pada tegangan 30 A/m² dengan waktu 180 menit sebesar 66,93% (efektif). Parameter minyak dan lemak terjadi penurunan jika tegangan dan waktu yang dapat digunakan semakin besar, dan jika intensitasnya semakin berkurang dari sangat menyengat menjadi kurang menyengat (Fitria, 2018). Pembentukan Flok dengan Metode Elektrokoagulasi
Penelitian ini dilakukan dengan tegangan pada reaktor elektrokoagulasi yaitu 10



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 9
Sebelum Elektrokoagulasi



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 10
Setelah Elektrokoagulasi



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 11
Flok Gelembung Hasil Proses Elektrokoagulasi

A/m^2 , $20 A/m^2$, $30 A/m^2$ dengan perlakuan menggunakan selang waktu 60 menit, 120 menit, 180 menit. Variabel dan tegangan dapat memberkan reaksi pembentukan flok. Pengaruh waktu dalam penelitian ini yaitu semakin lama waktu kontak, maka elektrokoagulasi semakin banyak menghasilkan Al^{3+} dan bereaksi dengan OH^- membentuk $Al(OH)_3$ (Majid & Sugito, 2022) Partikel koloid dalam limbah cair akan terperangkap pada flok dan akhirnya mengendap ke dasar reaktor elektrokoagulasi. Proses elektrokoagulasi dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 8 dan 9.

Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa kondisi air limbah cair rumah potong hewan sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi dimana air tersebut berwarna merah pekat, sedangkan gambar 10 dimana kondisi air limbah cair rumah potong hewan setelah dilakukan

proses elektrokoagulasi mengalami perubahan warna yang signifikan hingga menjadi jernih. hal ini dapat terjadi karena arus listrik mendorong ion pada elektroda keluar dan berubah menjadi koagulan yang kemudian mengikat zat pencemar dalam limbah. Flok yang terbentuk dapat dilihat pada gambar 11.

Gambar 11 dapat dilihat bahwa dalam pengolahan ini menggunakan elektrokoagulasi menghasilkan banyak gelembung yang menyebabkan kotoran-kotoran dalam air teangkat ke permukaan, flok-flok yang terbentuk mempunyai ukuran kecil namun akan bertambah besar jika tegangan yang diberikan semakin besar.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen maka dapat disimpulkan bahwa elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium efektif dalam menurunkan kadar

air tersebut berwarna merah pekat, sedangkan gambar 10 dimana kondisi air limbah cair rumah potong hewan setelah dilakukan penurunan konsentrasi COD sebesar 76,26%, ammonia sebesar 59,82% dan minyak serta lemak sebesar 66,93%. Selain itu, pH limbah mengalami peningkatan dari 6,08 menjadi 8,68, sehingga berada dalam rentang baku mutu. Perubahan fisik dari warna merah gelap menjadi lebih jernih juga menunjukkan keberhasilan proses koagulasi dalam mengikat dan mengendapkan partikel pencemar. Untuk penelitian di masa depan, perlu dilakukan studi lebih lanjut terkait metode elektrokoagulasi, termasuk penggunaan proses lanjutan seperti sedimentasi dan filtrasi untuk menyaring flok, serta eksplorasi variasi jenis pelat, ketebalan pelat, tegangan arus, dan jarak antar elektroda.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, I., Pratiwi Destinefa, & Zultiniar. (2020). Pengolahan limbah cair tahu menjadi air bersih dengan metode elektrokoagulasi secara kontinyu. *Chempublish Journal*, 5(1), 57–67. <https://doi.org/10.22437/chp.v5i1.7651>
- BSN. (2008). Air dan Air Limbah – Bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. *Sni 6989.59:2008*, 59, 1–19.
- Farahdiba, A. U. (2019). Penurunan Ammonia Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan (Rph) Dengan Menggunakan Upflow Anaerobic Filter. *Jurnal Envirotek*, 11(1), 31–38. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v11i1.1396>
- Fitria, I. (2018). *Minyak dan Lemak*. Poltekkes Kementerian Kesehatan Semarang.
- Hanif. (2022). *Penurunan Kadar Pencemar Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan (Rph) Dengan Metode Elektrokoagulasi*.
- Kasman, M., Kalsum, S. U., & Aditia, A. S. (2017). Reduksi pH, BOD dan COD dalam Grey Water dengan Proses Elektrokoagulasi-Sedimentasi. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 12(3), 1–4. <http://ji.unbari.ac.id/index.php/ilmiah/article/viewFile/41/37>
- Lubis, I., Soesilo, T. E. B., & Soemantojo, R. W. (2020). Pengelolaan Air Limbah Rumah Potong Hewan di RPH X, Kota Bogor Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 25(1), 33. <https://doi.org/10.22146/jml.35396>
- Majid, S. Y. J., & Sugito, S. (2022). Penurunan Kadar Cod Dan Logam Merkuri (Hg) Limbah Cair Laboratorium Dengan Elektrokoagulasi. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 20(02), 88–93. <https://doi.org/10.36456/waktu.v20i02.5893>
- Mucti, S., Purwasih, R., & Destiana, I. D. (2023). Analisis Mutu Minyak Goreng yang Dipakai oleh Pedagang Gorengan di Pasar Pujasera Subang. *Edufortech*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v8i2.54642>
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*.
- Peraturan Menteri Pertanian. (2010). *Peraturan Menteri Pertanian Nomor 13 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Rumah Potong Hewan Ruminansia dan Unit Penanganan Daging (Meat Cutting Plant)*.
- Yuliyani, L., & Widayatno, T. (2020). Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Dan Kuat Arus Terhadap Penurunan Kadar COD, TSS Dan BOD Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Elektrokoagulasi Secara Kontinyu. *The 11th University Research Colloquium 2020*, 48–55.