

PENURUNAN KADAR PENCEMAR PADA AIR LIMBAH PENATU MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI

Juliansyah Harahap^{1*}, Asti Farhani Octavianty¹, Arief Rahman¹, Nur Aida².

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia.

²Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia.

*E-mail: juliansyah.harahap@ar-raniry.ac.id

Diterima: 19 Maret 2024

Disetujui: 30 April 2024

Diterbitkan: 30 April 2024

Abstract: Laundry wastewater contains high levels of organic matter. Draining into the environment can damage the aquatic ecosystem. Electrocoagulation is a wastewater treatment process that involves the use of electric current to remove contaminants. This research aims to analyze the effectiveness of the electrocoagulation method using Aluminum (Al) electrodes with dimensions of 10 cm x 20 cm and distance between electrodes of 5 cm, in several variations of treatment at the voltage level and length of contact time. Analysis was carried out on reducing the parameter values of Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS) and adjusting the pH value in laundry wastewater. This research uses two variables, namely the dependent variables (COD, TSS, and pH), and the independent variables consisting of voltage 3V, 4V, 5V and contact time consisting of 60 minutes, 90 minutes, and 120 minutes. Research results show that the electrocoagulation method can reduce pollutant levels. The percentage of the highest TSS value at a 5V voltage variation with a time of 120 minutes was 90.38%, the percentage of the highest COD value at a 5V voltage variation with a contact time of 120 minutes was 93.72% and increasing pH value at a 5V voltage variation with time contacts 120 minutes was increased from 7.5 to 8.7. It is hoped that the results of this research can become an alternative treatment for laundry wastewater in the future.

Keywords: Electrocoagulation, laundry wastewater, contact time.

Abstrak: Air limbah penatu mengandung bahan organik tingkat tinggi, jika dibuang secara langsung ke lingkungan dapat menyebabkan kerusakan ekosistem perairan. Elektrokoagulasi merupakan suatu proses pengolahan air limbah yang melibatkan penggunaan arus listrik untuk menghilangkan kontaminan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode elektrokoagulasi menggunakan elektroda Aluminium (Al) berdimensi 10 cm x 20 cm dan jarak antar elektroda 5 cm dengan beberapa variasi perlakuan pada level tegangan dan lama waktu kontak. Analisis dilakukan terhadap penurunan nilai parameter pencemar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan penyesuaian nilai pH pada air limbah laundry. Penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu variabel terikat (COD, TSS, dan pH), dan variabel bebas yaitu variasi tegangan 3V, 4V, 5V, serta variasi

waktu kontak 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode elektrokoagulasi dapat menurunkan kadar polutan. Persentase nilai TSS tertinggi pada variasi tegangan 5V dengan waktu kontak 120 menit sebesar 90,38%, persentase nilai COD tertinggi pada variasi tegangan 5V dengan waktu kontak 120 menit sebesar 93,72% dan peningkatan nilai pH tertinggi terjadi pada variasi tegangan 5V dengan waktu kontak 120 menit meningkat dari 7,5 menjadi 8,7. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif pengolahan air limbah *laundry* dimasa depan.

Kata Kunci: Elektrokoagulasi, air limbah penatu, waktu kontak.

PENDAHULUAN

Beberapa usaha rumah tangga di Kota Banda Aceh mengolah salah satu jenis sampah, termasuk sampah *laundry* atau sering disebut air limbah penatu. Permasalahan air limbah penatu tentunya merupakan permasalahan lingkungan penting yang perlu diatasi. Bisnis jasa *laundry* merupakan salah satu dari sekian banyak bisnis rumahan yang semakin populer seiring dengan perkembangan zaman. Perekonomian masyarakat dapat ditingkatkan melalui bisnis *laundry*. Namun, perlu diperhatikan bahwa limbah yang dihasilkan dari usaha *laundry*, seperti air limbah penatu, mengandung deterjen dan bahan pelembut pakaian. Deterjen merupakan komponen utama dalam air limbah penatu dan biasanya terdiri dari kandungan fosfat dalam deterjen biasanya berkisar antara 70-80% dan kandungan surfaktan dalam deterjen biasanya berkisar antara 20-30% (Islam dkk., 2021). Limbah yang dihasilkan berupa sisa deterjen yang jika dibuang sembarangan ke lingkungan atau badan air terdekat akan menimbulkan pencemaran (Yahya, 2021).

Sebagian besar pembuangan limbah yang berasal dari kegiatan usaha rumahan air limbah penatu (*laundry*) masih dibuang langsung ke badan air atau lingkungan sekitar tanpa pengolahan langsung (Wirjono dkk. 2019). Air limbah penatu memiliki dampak pada kesehatan masyarakat dikarenakan mengandung senyawa seperti fosfat, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Dissolved Solid* (TSS), suhu, timbulnya endapan, bau

serta perubahan warna (Risma, 2022). Menurut (Febriani dkk. 2022) penelitian air limbah penatu sebelumnya terkait deterjen yang dibuat dari air limbah penatu mencakup bahan kimia seperti surfaktan dan fosfat.

Ekosistem perairan yang tercemar air limbah penatu tersebut dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup di air dan juga kesehatan manusia jika tidak dikelola dengan baik (Wicheisa dkk. 2018). Air limbah penatu yang dihasilkan memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, karena mengandung kontaminan fosfat, surfaktan, TSS dan *Total Dissolved Solid* (TDS) yang tinggi, mempengaruhi kenaikan *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), serta kekeruhan (Kurniati & Mujiburohman, 2020). Air limbah penatu seringkali sulit diolah karena biasanya memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi (Melián dkk. 2023).

Elektrokoagulasi merupakan sebuah proses pengolahan limbah yang melibatkan penggunaan arus listrik untuk menghilangkan kontaminan dalam air. Proses ini bekerja dengan prinsip elektrokimia dan penggumpalan partikel-partikel halus dalam air untuk membentuk flok yang dapat diendapkan (Gustiana & Widayatno, 2020). Pada proses elektrokoagulasi, dua elektroda yang biasanya terbuat dari logam seperti besi atau aluminium dimasukkan ke dalam air limbah. Arus listrik searah kemudian diterapkan melalui elektroda (Ni'am dkk. 2018). Untuk meminimalisir dampak negatif yang ditimbulkan oleh limbah, elektrokoagulasi dapat mengurangi

kontaminan dalam air limbah penatu dan meningkatkan kualitas air yang dibuang ke lingkungan (Juherah & Ansar, 2018).

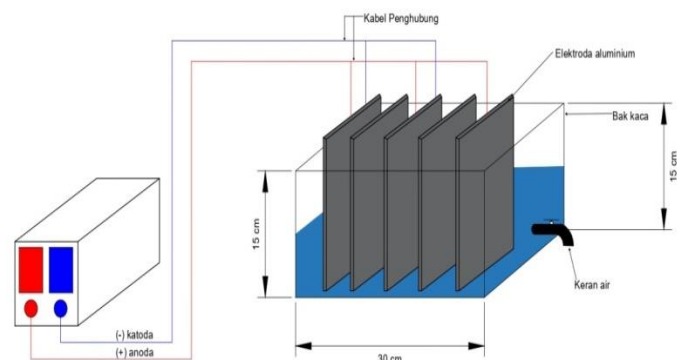
Prinsip kerja dari elektrokoagulasi adalah menggunakan dua buah lempeng elektroda. Elektroda-elektroda tersebut kemudian diberikan aliran arus listrik searah sehingga menyebabkan terjadinya proses elektrokimia yang menggerakkan ion positif (kation) menuju katoda, dan ion negatif (anion) bergerak menuju anoda (Aulia & Rio, 2015), elektrokoagulasi didasarkan pada prinsip dasar reaksi redoks (reduksi-oksidasi) (Putri & Purnama, 2022). Beberapa variabel yang dapat mempengaruhi proses elektrokoagulasi di antaranya adalah faktor suhu, pH, waktu kontak, jarak antar elektroda, jenis material plat elektroda, ketebalan plat elektroda, luas permukaan plat elektroda, tegangan dan rapat arus. Salah satu keunggulan metode elektrokoagulasi dalam mengolah air limbah antara lain adalah pada kemampuannya untuk mereduksi koloid dan partikel kecil. Proses reduksi tersebut terjadi akibat adanya percepatan pergerakan koloid dan partikel yang ada karena arus listrik yang mengalir di dalam air. Selama proses berlangsung, arus yang disuplai tidak mempengaruhi suhu dan tidak diperlukan penyesuaian pH atau penggunaan bahan kimia (Sayow dkk. 2020).

Keuntungan elektrokoagulasi adalah biaya operasionalnya relatif rendah dibandingkan metode pengolahan limbah tradisional. Proses ini juga relatif sederhana dan mudah diterapkan (Sukmawardani & Amalia, 2019). Dengan melakukan penelitian mengenai pengolahan air limbah penatu menggunakan elektrokoagulasi, penelitian ini bertujuan untuk berkontribusi dalam mengurangi dampak lingkungan akibat pencemaran air dari limbah penatu di masa depan. Proses elektrokoagulasi adalah metode pengolahan air yang melibatkan penggunaan elektroda, dimana elektroda aluminium sering digunakan. Dalam proses ini aliran arus listrik diaplikasikan pada elektroda aluminium yang akan menyebabkan

pelepasan ion aluminium ke dalam air. Untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan bahaya pengolahan air limbah penatu, maka perlu dilakukan perbaikan lingkungan sekitar air limbah penatu.

METODE

Penelitian ini dilakukan selama bulan Maret 2023 sampai Juli 2023. Sampel air limbah penatu berasal dari usaha *DE Laundry* di kawasan Kampung Prada, Jalan Prada Utama, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Pengujian sampel air limbah penatu dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan Gedung Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain *Power Supply* sebagai pengatur tegangan, bak kaca berukuran 30 cm x 15 cm x 15 cm, kabel penghubung 6 buah, elektroda dari bahan plat aluminium dengan dimensi 10 cm x 20 cm, kran air 1 buah, gayung 1 buah, corong air 1 buah, tang/penjepit buaya 5 buah dan jerigen 10 liter sebanyak 1 buah. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah penatu sebanyak 10 liter. Konfigurasi dan desain susunan reaktor elektrokoagulasi secara detail dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Reaktor Elektrokoagulasi

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan tingkat persentase efektifitas pengolahan air limbah penatu dengan metode elektrokoagulasi menggunakan persamaan:

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar Akhir}}{\text{Kadar Awal}} \times 100\% \dots (1)$$

Untuk mendapatkan hasil bagaimana hubungan antara variabel tegangan dan waktu kontak terhadap penurunan nilai parameter pencemar, dilakukan dengan uji korelasi menggunakan *software Statistical Program and Social Science (SPSS)*.

Prosedur dan tahapan pelaksanaan penelitian pada percobaan ini terdiri atas:

- Reaktor elektrokoagulasi diisi dengan sampel air limbah penatu seberat 8 liter.
- Bak reaktor dengan dimensi 30 cm x 15 cm x 15 cm ditempatkan dengan hingga 5 plat aluminium yang berfungsi sebagai pelat elektroda.
- Plat elektroda yang telah dimasukkan ke dalam bak reaktor dihubungkan dengan sumber listrik.
- Catu daya dinyalakan pada variasi tegangan 3 V, 4 V, dan 5 V, dengan kuat arus 2 A, serta variasi waktu 60, 90, dan 120 menit.
- Pada setiap perlakuan, air limbah diambil untuk diperiksa kadar COD, TSS dan penyesuaian terhadap pH.

Gambar 2 memperlihatkan kondisi reaktor elektrokoagulasi yang sudah dipasang elektroda serta power supply sebagai pengatur tegangan listrik.



Gambar 2. Kondisi Reaktor Elektrokoagulasi yang akan Melakukan Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Pengolahan

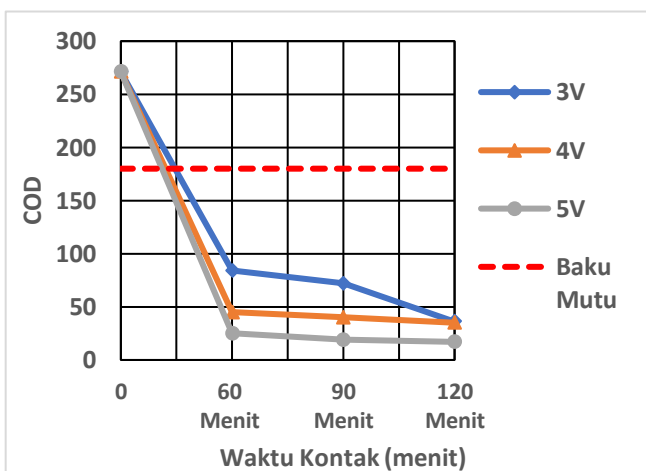
Karakteristik dari air limbah penatu sebelum diberikannya perlakuan dengan

menggunakan metode elektrokoagulasi, secara detail ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Air Limbah Penatu Sebelum Perlakuan

Parameter	Hasil Analisis (mg/l)	Baku mutu (mg/l)
COD	271	180
TSS	312	75
pH	7,5	6-9

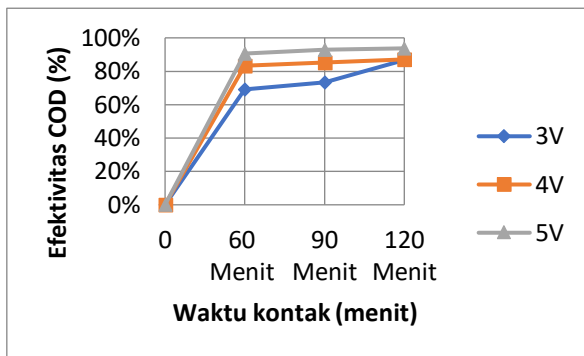
Dari proses pengolahan air limbah penatu melalui metode elektrokoagulasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil penurunan nilai COD tertinggi pada perlakuan dengan tegangan 5V serta waktu kontak 120 menit, yaitu dari besaran 271 mg/L menurun menjadi 17 mg/L. Persentase tingkat efektivitas yang dihasilkan adalah sebesar 93,72%. Grafik hasil uji penurunan nilai parameter COD serta persentase tingkat efektivitasnya dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Hasil Uji Metode Elektrokoagulasi untuk Parameter COD dengan Variasi Tegangan dan Waktu Kontak

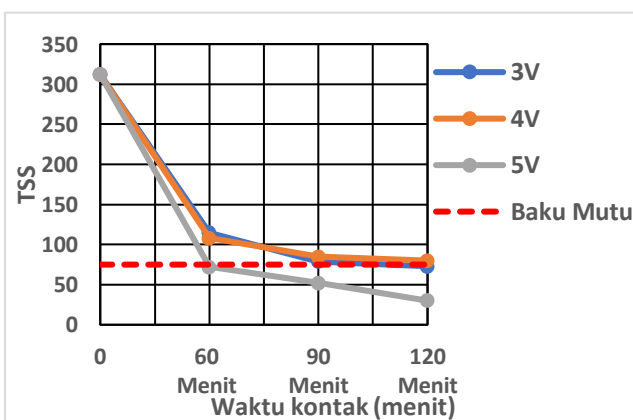
Penurunan kadar pencemar dari parameter COD terjadi akibat terciptanya koagulan yang membantu penurunan nilai COD dari proses elektrifikasi dengan lama kontak yang memadai sehingga membentuk flok-flok dari bahan organik yang semakin lebih besar seiring peningkatan besaran tegangan dan lama

waktu kontak. Adanya medan listrik membantu percepatan proses destabilisasi dan pemisahan zat-zat terlarut dalam air limbah penatu. Ketika molekul-molekul bahan organik mengalami destabilisasi dan ikatannya terputus maka didapatkan adsorpsi oleh flok-flok koagulan yang terbentuk dan akhirnya mengendap ke bagian bawah reaktor.



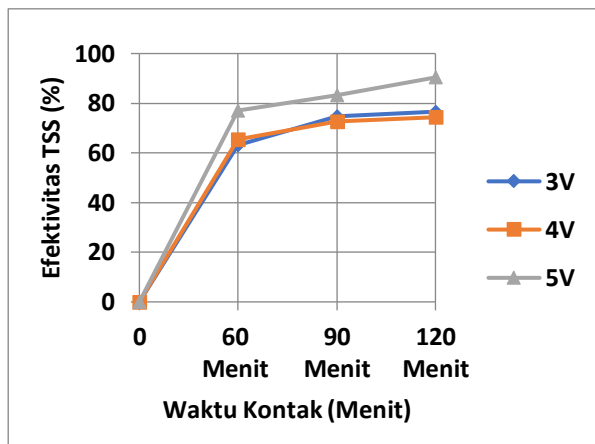
Gambar 4. Efektivitas Penurunan Kadar COD Menggunakan Variasi Tegangan dan Waktu

Pada parameter TSS hasil pengolahan menggunakan metode elektrokoagulasi, didapatkan penurunan nilai TSS yang paling signifikan adalah pada variasi perlakuan dengan tegangan 5V, dan waktu kontak 120 menit. Nilai TSS awal sebesar 312 mg/L mengalami penurunan mencapai 30 mg/L, dengan nilai efektivitas yang dihasilkan sebesar 90,38%. Grafik hasil uji dan nilai efektivitas penurunan parameter TSS dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Hasil Uji Metode Elektrokoagulasi untuk Parameter TSS dengan Variasi Tegangan dan Waktu Kontak

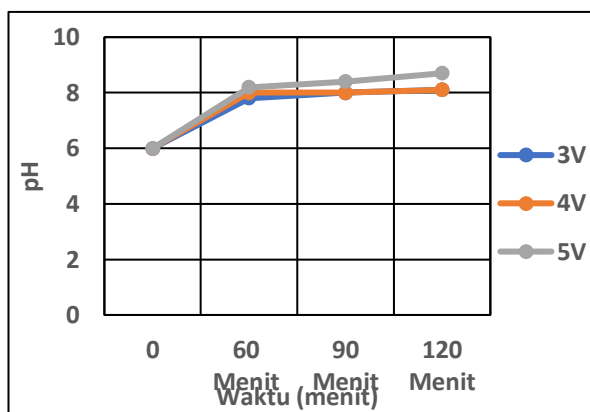
Penurunan TSS yang terjadi dikarenakan adanya pembentukan ion-ion positif dan negatif yang dihasilkan oleh elektroda dan bereaksi menstabilkan partikel-partikel yang terdapat di dalam air limbah penatu yang umumnya bermuatan negatif. Semakin besar luas permukaan elektroda yang diinstal di dalam reaktor, maka akan semakin tinggi kemampuan penurunan kadar TSS yang dapat terjadi. Untuk pengaruh besar tegangan, diketahui bahwa semakin besar tegangan listrik yang digunakan maka semakin cepat penurunan kadar TSS dari air limbah penatu. Prinsip pada proses pereduksian parameter TSS diakibatkan karena adanya pertumbuhan masa flok yang terjadi akibat proses koagulasi secara elektrik sehingga flok menjadi besar daya ikatnya dan meningkatkan pula berat jenisnya sehingga akhirnya mengendap.



Gambar 6. Efektivitas Penurunan Kadar TSS dengan Variasi Tegangan dan Waktu

Untuk nilai pH, setelah diberikan perlakuan elektrokoagulasi terjadi fenomena peningkatan nilai dari pH awal yang netral sebesar 7,5 menjadi cenderung lebih bersifat basa dengan nilai 8,7, untuk variasi tegangan 5V dan waktu kontak maksimal 120 menit. pH larutan mengalami perubahan dan kecenderungan untuk semakin mengalami peningkatan pada setiap penambahan besaran tegangan serta lamanya waktu kontak yang diberikan. Hasil pH yang didapatkan dari variasi tegangan dan waktu kontak tersebut masih berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan oleh Pemerintah Indonesia yaitu

dalam rentang pH 6-9. Fenomena tersebut sesuai dengan hasil percobaan yang dilakukan Fendriani dkk. (2020) yang menyatakan bahwa peningkatan pH pada air limbah timbul akibat dari proses elektrokoagulasi yang melibatkan penggunaan medan listrik guna menggumpalkan partikel-partikel terlarut dalam air limbah, serta terjadinya suatu proses produksi ion hidroksida (OH⁻) pada elektroda positif selama proses tersebut berlangsung. Grafik persentase efektivitas peningkatan nilai pH dari variasi pada variable tegangan dan lamanya waktu kontak yang dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kecenderungan Kenaikan Nilai pH berdasarkan Variasi Tegangan dan Waktu

Dari tabulasi keseluruhan data-data hasil percobaan diatas maka dapat ditampilkan suatu tabel yang komprehensif guna memperlihatkan pola dan kecenderungan yang muncul dari beberapa variasi perlakuan yang diberikan dalam proses pengolahan air limbah penatu menggunakan metode elektrokoagulasi. Tabulasi data yang dimaksud dapat dilihat secara lebih detil pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabulasi Data Percobaan

Tegangan (V)	Waktu (menit)	COD (mg/L)			TSS (mg/L)			pH	
		NUA	NSE	PEF (%)	NUA	NSE	PEF (%)	NUA	NSE
3	60	84	69		115	63,14		7,8	
	90	72	73,43		79	74,67		8	
	120	36	86,71		73	76,6		8,1	
4	60	45	83,39		108	65,38		8	
	90	271	40	85,23	312	85	72,75	7,5	8
	120	35	87,08		80	74,35		8,1	
5	60	25	90,77		72	76,92		8,2	
	90	19	92,98		52	83,33		8,4	
	120	17	93,72		30	90,38		8,7	
Baku Mutu		180			75			6-9	

Keterangan: Nilai Awal (NUA), Nilai Setelah Elektrokoagulasi (NSE), dan Persentase Efektivitas (PEF).

Hubungan Waktu dan Tegangan Terhadap Penurunan Konsentrasi Parameter Air Limbah Penatu

Berdasarkan pengujian yang sudah dilaksanakan, terlihat bahwa tegangan dan waktu berpengaruh dalam proses penurunan konsentrasi COD, TSS dan penyesuaian terhadap nilai pH air limbah penatu. Secara fisik juga terjadi perubahan, dimana air limbah penatu yang sebelumnya berwarna coklat dan sedikit keruh, setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode elektrokoagulasi dengan variasi tegangan dan waktu kontak air limbah penatu menjadi lebih bersih. Warna kecoklatan dan kekeruhan yang berkurang menunjukkan bahwa elektrokoagulasi berhasil menghilangkan sebagian besar zat pencemar dalam air limbah penatu. Variasi tegangan dan waktu kontak mungkin mempengaruhi efektivitas proses tersebut. Pengaruh waktu yang terjadi pada proses elektrokoagulasi mempengaruhi jumlah anoda yang terlarut seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Hal ini meningkatkan pembentukan Al(OH)₃. Hal ini meningkatkan efisiensi pengurangan konsentrasi polutan. Untuk mendapatkan besaran nilai pengaruh tegangan dan waktu terhadap degradasi konsentrasi parameter COD, TSS dan pH dilakukan uji korelasi dengan menggunakan aplikasi SPSS. Hasil uji korelasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Korelasi dan Level Signifikansi dari Variabel Bebas dan Variabel Terikat

Variabel terikat	Variabel Bebas	Nilai Korelasi	Signifikansi
COD	Tegangan	-0.416	0.266
	Waktu	-0.825**	0.006
TSS	Tegangan	-0.625	0.072
	Waktu	-0.030	0.069
pH	Tegangan	0.490	0.181
	Waktu	0.762*	0.017

Keterangan:
 * = Hasil Signifikan Pada Tingkat 1%
 ** = Hasil Signifikan Pada Tingkat 5%

Dari hasil uji korelasi yang ditampilkan pada Tabel 3, terlihat bahwa nilai konsentrasi parameter COD pada variabel tegangan memiliki nilai korelasi sebesar -0.416 dan untuk nilai korelasi variabel waktu sebesar -0.825. Nilai tegangan dan waktu memiliki korelasi negatif (-) yang menandakan adanya hubungan yang berlawanan, artinya semakin meningkat waktu dan tegangan maka akan menurunkan konsentrasi nilai COD. Untuk nilai r tabel dengan $N = 9$ pada tingkat kesalahan 5% diperoleh sebesar 0.666. Dari analisis tersebut menunjukkan bahwa nilai korelasi tegangan $0.416 < r$ tabel 0.666 dan nilai korelasi waktu $0.825 > 0.666$. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap penurunan COD, namun untuk variabel waktu memiliki koefisien korelasi yang lebih tinggi terhadap penurunan nilai COD. Pada penelitian ini juga didapatkan nilai korelasi yang tidak signifikan antara variabel tegangan terhadap penurunan COD dengan nilai $0.266 > 0.05$, tetapi untuk variabel waktu kontak ditemukan memiliki koefisien korelasi yang signifikan terhadap penurunan COD dengan nilai $0.006 < 0.05$. Penurunan konsentrasi parameter COD pada air limbah penatu terjadi sebesar 17 mg/L, dengan variasi tegangan 5V serta lama waktu kontak 120 menit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji laboratorium serta analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal antara lain yaitu:

DAFTAR RUJUKAN

Aulia, A. F., & Rio, U. (2015). Aplikasi Identifikasi Sampel Air Layak Uji dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) pada Dinas Pekerjaan Umum Unit Pelayanan Terpadu Pengujian Provinsi Riau. SATIN - Sains Dan Teknologi Informasi, 1(1), 55.

1. Efektivitas pengolahan pada metode elektrokoagulasi memperoleh hasil yang maksimal pada variasi tegangan 5V dan waktu kontak 120 menit, dengan efektivitas penurunan pada parameter COD sebesar 93,72 % dan TSS sebesar 90,38%. Hasil ini menjadikan parameter COD dan TSS pada air limbah penatu memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh peraturan pemerintah.
2. Variabel besaran tegangan dan lama waktu kontak terbukti dapat mempengaruhi efektivitas penurunan kadar polutan pada proses pengolahan metode elektrokoagulasi. Tegangan dan waktu kontak yang sesuai besarnya dapat meningkatkan efektivitas penurunan kadar polutan untuk parameter COD dan TSS yang terdapat pada air limbah penatu.

Badan Standardisasi Nasional. (2004). Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri. Sni 06-6989.3-2004, 10.

BSNI. (2021). Air dan Air Limbah – Bagian 31 : Cara Uji Kadar Fosfat dengan

- Spektrofotometer Secara Asam Askorbat. Sni, 1–27.
- Febriani, D. S., Darmayanti, L., & Handayani, Y. L. (2022). Pemanfaatan Floating Treatment Wetland Untuk Pengolahan Air Limbah Penatu. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 23(1), 19–28.
- Fendriani, Y., Nurhidayah, Handayani, L., Samsidar, & Rustan. (2020). Pengaruh Variasi Jarak Elektroda Dan Waktu Terhadap Ph Dan Tds Limbah Cair Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Journal Online of Physics*, 5(2), 59–64.
- Gustiana, E. G., & Widayatno, T. (2020). Penurunan Kadar Cod Bod Dan Tss Limbah Cair Pabrik Tahu. *The 11th University Research Colloquium 2020 Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 72–78.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2002). Metode pengujian pH tanah dengan alat pH meter.
- Islam, U., Banda, N. A., Monica, Y., Program, M., & Teknik, S. (2021). Fitoremediasi Limbah Penatu Dengan Tanaman Sawi (Brassica Juncea Dan Brassica Rapa) Menggunakan Sistem Hidroponik Deep Flow Technique (Dft) Universitas Islam Negeri Ar – Raniry Darussalam - Banda Aceh.
- Juherah, & Ansar, M. (2018). Pengolahan Limbah Cair Dengan Elektrokoagulasi Dalam Menurunkan Kadar Fosfat (PO_4) Pada Limbah *Laundry*. *Journal of Materials Processing Technology*, 1(1), 1–8.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022 Tentang Pengolahan Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pertambangan Dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan. 5, 1–23.
- Kurniati, T. R., & Mujiburohman, M. (2020). Pengaruh Beda Potensial dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Laundry. *The 11th University Research Colloquium 2020 Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 309–313.
- Melián, E. P., Santiago, D. E., León, E., Reboso, J. V., & Herrera-Melián, J. A. (2023). Treatment of laundry wastewater by different processes: Optimization and life cycle assessment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(2).
- Ni'am, A. C., Caroline, J., & Afandi, M. H. (2018). Variasi Jumlah Elektroda Dan Besar Tegangan Dalam Menurunkan Kandungan Cod Dan Tss Limbah Cair Tekstil Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 21–26.
- Putri, R. A., & Purnama, H. (2022). Pengaruh Tegangan dan Waktu pada Pengolahan Lindi Metode Elektrokoagulasi-Adsorpsi Zeolit. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(2), 135–144.
- Risma, H. (2022). Pengolahan Limbah Penatu Dengan Metode Fotodegradasi Menggunakan Fotokatalis Nanopartikel Tio 2 -Sio 2.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., & Augustine, K. D. (2020). Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan

- Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 16(2), 245.
- SNI-6989.2. (2009). Air dan Air Limbah: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi. Sni, 6989.2, 1–16.
- Sukmawardani, Y., & Amalia, V. (2019). Chemistry Laboratorium Liquid Waste Treatment Using Electrocoagulation Method. *Jurnal Kartika Kimia*, 2(2), 100–106.
- Wicheisa, F. V., Hanani, Y., & Astorina, N. (2018). Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Cair Laundry Orens Tembalang Dengan Berbagai Variasi Dosis Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6),
- Wirjono, E. R., Atma, U., Yogyakarta, J., Raharjo, A. B., Atma, U., & Yogyakarta, J. (2019). Implementasi Aktivitas Kualitas Lingkungan Pada. 31(1), 22–47.
- Yahya, H. (2021). Uji Pemanfaatan Limbah Cair Laundry Menjadi Pupuk Cair. *Lingkar: Journal of Environmental Engineering*, 2(2), 29–40.