

	JURNAL CHEMURGY E-ISSN 2620-7435 Available online at http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TK	 SINTA Accreditation No. 152/E/KPT/2023
---	---	--

ANALISIS PENGARUH VARIASI JENIS ELEKTRODA DAN WAKTU KONTAK DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI PADA PENJERNIHAN AIR GAMBUT

ANALYSIS OF THE ELECTRODE TYPE AND CONTACT TIME VARIATIONS EFFECT USING THE ELECTROCOAGULATION METHOD ON PEAT WATER PURIFICATION

Waryati Waryati^{1*}, Ibrahim¹, Adilla Dwicahya Dharmawan¹, Fahrizal Adnan¹, Hairul Huda²

¹ Department of Environmental Engineering, Engineering Faculty, Mulawarman University
Jl. Sambaliung No. 9, Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

² Department of Chemical Engineering, Engineering Faculty, Mulawarman University
Jl. Sambaliung No. 9, Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

*email : waryati@ft.unmul.ac.id

(Received: 2024 10, 09; Reviewed: 2024 11, 30; Accepted: 2024 11, 30)

Abstrak

Air gambut adalah sumber air alternatif untuk menyediakan air bersih di Pulau Kalimantan. Air gambut harus dijernihkan karena berwarna (merah kecoklatan), memiliki pH rendah (3-5), dan banyak mengandung zat organik. Penelitian ini mengamati efek berbagai jenis elektroda dan waktu kontak pada prosedur elektrokoagulasi untuk mengetahui seberapa efektif elektrokoagulasi dalam penjernihan air gambut. Ini karena elektrokoagulasi dapat digunakan untuk mengurangi kadar logam, keasaman, dan kandungan organik dalam air gambut. Penelitian ini menggunakan berbagai jenis plat elektroda aluminium (Al)-aluminium (Al) dan aluminium (Al)-karbon (C), serta interval waktu kontak 45, 90 dan 120 menit. Parameter pengamatan yaitu keasaman (pH), mangan (Mn), BOD, dan COD. Dalam penelitian ini, jenis plat elektroda yang digunakan serta waktu kontak yang digunakan dipengaruhi oleh arus listrik yang diberikan. Dengan waktu kontak 45 menit, jenis plat Al-C adalah yang terbaik untuk menjernihkan air gambut dengan efisiensi 99,99%. Parameter penyisihan mangan (Mn) turun dari 0,17 mg/L menjadi 0,03 mg/L, dan efisiensi kebutuhan oksigen biologi (BOD) mampu mencapai 99,99%.

Kata Kunci: Air Gambut, Elektrokoagulasi, Jenis Elektroda, Waktu Kontak

	<h1>JURNAL CHEMURGY</h1> <p>E-ISSN 2620-7435</p> <p>Available online at http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TK</p>	 <p>SINTA Accreditation No. 152/E/KPT/2023</p>
---	---	---

Abstract

Peat water is an alternative source of clean water on the island of Borneo. Clarification is necessary for peat water due to its reddish-brown color, low pH (3-5), and high organic matter content. This research observes the effects of various types of electrodes and contact time on the electrocoagulation procedure to determine how effective electrocoagulation is in purifying peat water. Electrocoagulation effectively reduces metal levels, acidity, and organic content in peat water. This research utilizes various types of aluminum (Al)-aluminum (Al) and aluminum (Al)-carbon (C) electrode plates, with contact time intervals of 45, 90, and 120 minutes. The observed parameters include acidity (pH), manganese (Mn), BOD, and COD. In this study, the applied electric current influences the type of electrode plates and the contact time. The Al-C plate type, with a contact time of 45 minutes, is the most effective for clarifying peat water, achieving an efficiency of 99.99%. The manganese (Mn) removal parameter decreased from 0.17 mg/L to 0.03 mg/L, and the biological oxygen demand (BOD) efficiency reached 99.99%.

Keywords: Peat Water, Electrocoagulation, Electrode Type, Contact Time

1. PENDAHULUAN

Air gambut adalah sumber air alternatif untuk mencadangkan air bersih di Pulau Kalimantan. Hal ini lantaran banyak orang kesulitan mendapatkan air bersih seperti air sumur galian dan air sungai. Di beberapa lokasi, air, tanah, dan air sungai jauh lebih buruk daripada sebelumnya. Air gambut adalah air permukaan yang memiliki pH rendah, warna yang intens (merah kecoklatan), bahan organik yang tinggi, kekeruhan yang rendah, dan partikel tersuspensi yang rendah. Air gambut biasanya ditemukan di dataran rendah dan rawa. Dekomposisi bahan organik seperti kayu, daun, dan pohon menyebabkan kandungan zat organik yang tinggi dalam air gambut. Zat-zat ini menahan mikroorganisme selama beberapa waktu, membuat air gambut berwarna merah muda (Bella, Marlina and Santoso, 2022). Air gambut adalah air yang tidak memenuhi persyaratan air bersih yang ditetapkan oleh PP Nomor NO. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Ramadhani and Purnama, 2022).

Pengolahan air gambut memerlukan metode aktif pengolahan air yang tepat guna. Pengolahan dengan metode aktif dapat dilakukan dengan tujuan memisahkan partikel yang terkandung di dalam air gambut. Salah satu metode aktif yang menarik perhatian adalah menggunakan elektrokoagulasi. teknologi ini telah dipatenkan satu abad yang lalu dan keunggulan sistem ini memberikan hasil yang ramah lingkungan dan hemat biaya untuk penggunaan kembali air secara berkelanjutan (Ghernaout, Ghernaout and Naceur, 2011). Elektrokoagulasi adalah situasi ketika arus listrik merusak elektrolit dalam sel elektrolisis, Akibatnya energi listrik diubah menjadi energi kimia. Bagian penting dari elektrolisis adalah elektroda yang digunakan untuk menghasilkan reaksi kimia. Dalam sel elektrolisis, aliran arus listrik ke dalam larutan atau leburan elektrolit menyebabkan reaksi redoks, yang berarti reduksi dan oksidasi terjadi (Sahwan and Tamjidillah 2020).

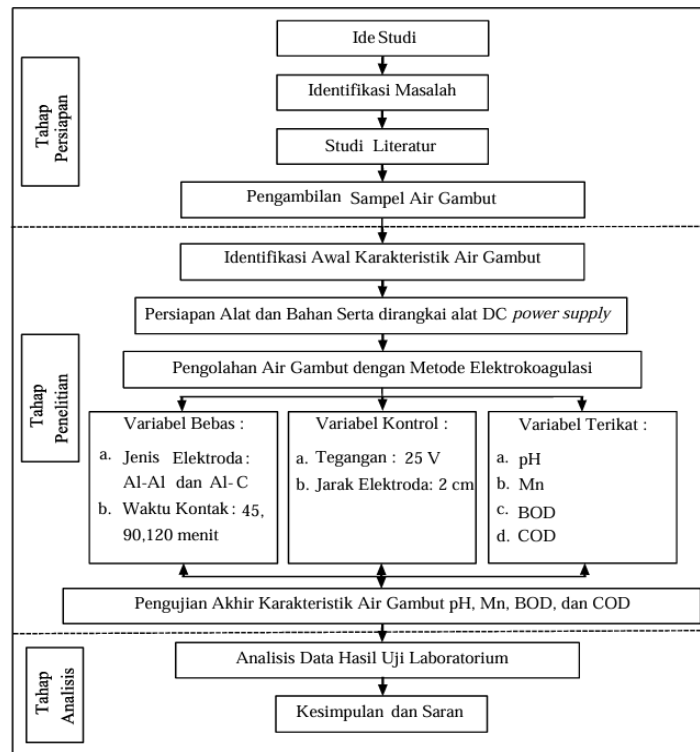
Jenis plat elektroda dan waktu kontak memengaruhi elektrokoagulasi. Pada anoda, ion dari logam dilepaskan di dalam cairan sebagai koagulan aktif, dan pada katoda gas hidrogen dilepaskan sebagai reaksi elektrolisis. Cara ini disebut juga elektrolisis gelombang pendek yang merupakan suatu proses yang melewatkan arus listrik ke dalam air. Ini dapat mengurangi kation logam berat lebih dari 99 persen di dalam air (Setiawan, Pratama, and Sulaiman 2016). Semakin lama waktu kontak dan semakin tinggi arus yang diberikan akan menyebabkan ion-ion yang dilepaskan elektroda alumunium menghasilkan alumunium hidroksida yang mampu mengikat bahan-bahan organik membentuk flok-flok yang dapat menggumpalkan padatan tersuspensi dalam air. Mekanisme pengolahan bervariasi tergantung pada jenis polutan. Padatan tersuspensi, logam berat, tinta, bahan organik (seperti limbah rumah tangga), minyak dan lemak, ion, dan radionuklida adalah beberapa dari polutan ini (Amri, Destinefa and Zultiniar, 2020).

Terdapat sejumlah variabel yang berkontribusi pada penyisihan polutan melalui elektrokoagulasi, termasuk tegangan, ketebalan plat, waktu kontak air dengan plat elektroda, kerapatan arus listrik, dan jarak antar elektroda (Fauzi *et al.*, 2019). Jenis plat Al-Al menghasilkan lebih banyak partikel flokulan, yang membuat kombinasi Al-Al lebih efektif daripada jenis plat Al-Fe. Hasil dari penyisihan mangan (Mn) sebesar 96%, (Putri *et al.*, 2023). Voltase 25 volt didasarkan pada arus yang diberikan, yang akan meningkatkan nilai pH. Semakin rapat jarak antar elektroda yang digunakan maka kemampuan Elektrokoagulasi beroperasi semakin maksimal dan membutuhkan waktu yang lebih pendek (Ramadhan, Amri and Drastinawati, 2021).

Kemampuan elektroda Al telah dilaporkan bisa mengurangi nilai COD sebesar 95,28 % dengan durasi 20 sampai 60 menit dan jarak plat 1 sampai 2 cm (Ebba, Asaithambi and Alemayehu, 2022), kemudian untuk parameter BOD diperoleh persentase penyisihan sampai 95,00% selama 120 menit (Julaika, Dewi and Cintia, 2019). Karbon berfungsi sebagai katoda, jadi H₂O akan mengalami reaksi reduksi (Rahman 2021), pemilihan ini memberikan dampak memaksimalkan pembentukan ion OH⁻ sehingga Al(OH)₃ mudah terbentuk. Kombinasi yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan upaya untuk mendapatkan kinerja optimal dalam pengolahan air gambut dengan memanfaatkan perbedaan jenis plat, sebab riset penggunaan elektroda karbon dalam proses elektrokoagulasi dalam penjernihan air gambut masih jarang ditemui.

2. METODOLOGI

Gambar berikut menunjukkan garis besar metodologi penelitian:



Gambar 1. Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Karakteristik Air Gambut

Air gambut yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Desa Sangatta Selatan, Kecamatan Sangatta Selatan, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Data karakteristik air gambut yang diperoleh dari uji awal ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Awal Air Gambut

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu PP No. 82 Tahun 2001 (kelas I)
1.	pH	-	4,74	6 - 9
2.	Mangan (Mn)	mg/L	0,17	0,1
3.	BOD	mg/L	6,43	2
4.	COD	mg/L	69,96	10

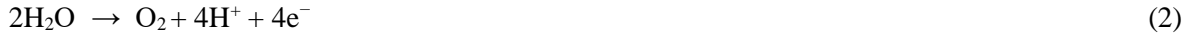
Sumber: data primer, 2024.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, jumlah mangan (Mn), kebutuhan oksigen biologi (BOD), dan kimiawi (COD) lebih tinggi dari baku mutu, sehingga air gambut perlu diolah sebelum digunakan oleh masyarakat. Nilai derajat keasaman (pH) air gambut berada di bawah baku mutu, yang menunjukkan bahwa air gambut berada dalam keadaan asam. Nilai-nilai ini ditunjukkan dalam Tabel 4.1, Salah satu cara lain untuk mengolah air gambut adalah dengan elektrokoagulasi. Setelah pengolahan dilakukan dengan menggunakan plat Aluminium-Aluminium dan aluminium-karbon, nilai keasaman (pH), mangan (Mn), kebutuhan oksigen biologi (BOD), dan COD akan dievaluasi kemampuan metode ini dalam menyisihkan polutan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana jenis elektroda dan waktu kontak mempengaruhi metode elektrokoagulasi dengan plat aluminium-aluminium dan aluminium-karbon.. Selanjutnya, untuk mengetahui seberapa efektif metode ini dalam menjernihkan air gambut. Sifat hidroksida logam yang dihasilkan selama reaksi dipengaruhi oleh bahan elektroda yang berbeda, yang berdampak pada efisiensi proses elektrokoagulasi (Bote, 2021) . Beberapa reaksi elektrokimia

terjadi selama proses EC. Beberapa diantaranya adalah oksidasi anoda logam, yang menghasilkan kation logam, dan oksidasi air, yang menghasilkan gas oksigen (O_2) dalam cairan elektrolit. Pada katoda, reaksi reduksi air menghasilkan gas hidrogen (H_2) dan anion hidroksil (OH^-) (Tegladza *et al.*, 2021). Reaksi ini digambarkan dalam persamaan berikut:

Reaksi Anoda :



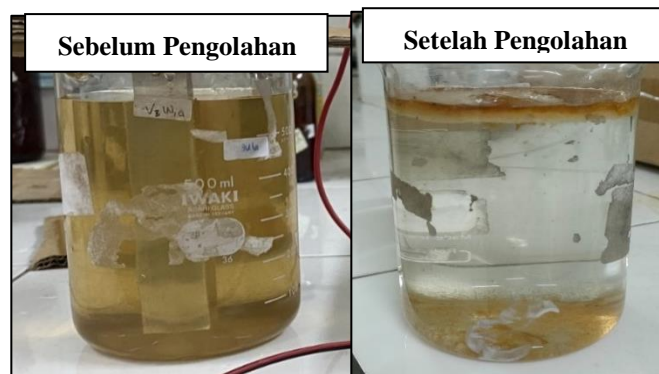
Reaksi Katoda :



Penggunaan bahan Alumunium pada anoda didasari oleh kemampuannya yang efisien dalam menghasilkan flok untuk penyisihan polutan disamping oleh harganya yang murah, kemudian kelarutan flok yang terbentuk dari bahan elektroda Al adalah minimum 6 sampai 7 menunjukkan bahwa pengolahan limbah dapat dilakukan secara praktis dalam kondisi netral, selain itu flok Al dilaporkan menghasilkan kompleks hidrolytik polinuklir yang memastikan adsorpsi yang lebih baik dari spesies terlarut dan koloid dari limbah cair.(Tegladza *et al.*, 2021).

Variasi elektroda menggunakan bahan karbon juga dilakukan dengan menempatkan plat ini pada katoda sebagai pembanding. Sifat inert yang dimiliki oleh bahan ini akan mencegah terjadinya reaksi antara cairan dengan katoda (Yuniarti and Widayatno, 2022) menjadi pertimbangan pertama dalam mengkombinasikan Alumunium dan Karbon. Hal ini penting untuk pembentukan ion OH^- ketika air menerima elektron saat terjadi reaksi reduksi di katoda (Nurdiantika, Suyati and gunawan, 2021) sebagaimana yang dituliskan pada persamaan diatas. Perbandingan antara dua kombinasi pasangan elektroda akan memberikan gambaran kemampuan penyisihan berdasarkan jenis plat yang digunakan dalam proses elektrokoagulasi.

Mekanisme penelitian dilakukan dengan skala laboratorium dan volume sampel air gambut 600 mililiter per sampel. Waktu kontak bervariasi dari 45, 90 hingga 120 menit. Dibuat dengan menggunakan berbagai jenis plat anoda dan katoda aluminium, serta plat anoda dan katoda karbon berukuran 10 x 2 cm. Kemudian, DC *Power Supply* dengan tegangan 25 V digunakan untuk memberikan arus listrik. Elektrokoagulasi dilakukan dengan jarak elektroda 2 cm. Setelah proses pengolahan, sampel diperiksa lagi untuk mengukur konsentrasi mangan (Mn), (BOD), dan (COD) serta pH. Dalam penelitian ini, metode elektrokoagulasi digunakan untuk menurunkan konsentrasi Mangan (Mn), kebutuhan oksigen biologi (BOD), dan kebutuhan oksigen kimiawi (COD) serta menetralkan nilai pH air gambut. Gambar 2, menunjukkan analisis fisik air gambut sebelum dan setelah pengolahan :



Gambar 2. Kondisi Fisik Air Gambut

3.2 Analisis Nilai pH Air Gambut

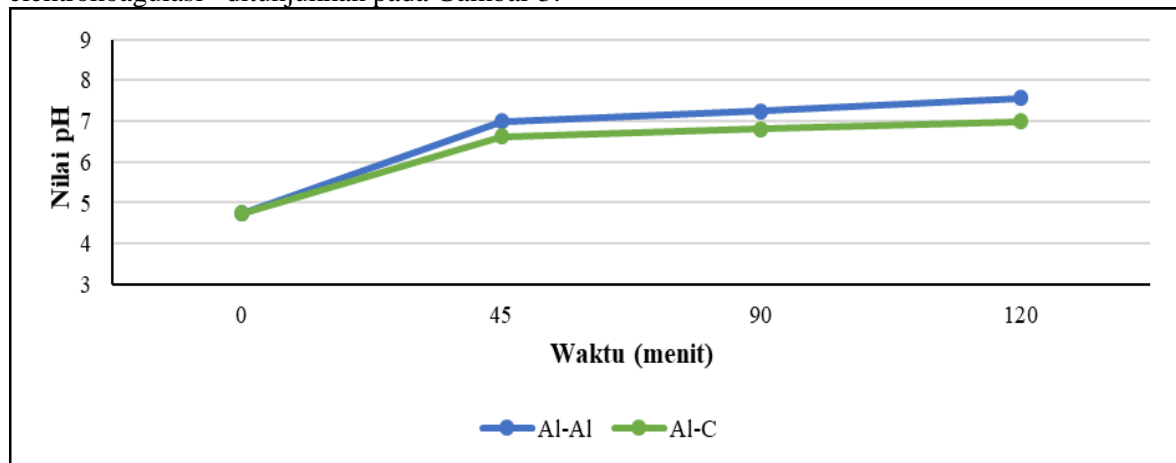
Pada penelitian ini, dilakukan pengujian terhadap nilai pH pada sampel air gambut baik sebelum maupun sesudah dilakukan proses pengolahan secara elektrokoagulasi. Pada penelitian ini, pengujian nilai pH air gambut dilakukan secara elektrometri dengan menggunakan pH meter berdasarkan SNI 6989.11:2019. Hal ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas pada pengolahan yang dilakukan agar dapat menetralkan nilai pH pada air gambut. Hasil uji untuk besaran pH dipaparkan pada Tabel 2:

Tabel 2. Hasil Pengujian Nilai pH

Tegangan (V)	Jarak Elektroda (cm)	Plat	Waktu (menit)	Reaktor	pH awal	pH akhir
25 V	2 cm	Al-Al	45	A	4,74	7
			90	B	4,74	7,24
			120	C	4,74	7,56
		Al-C	45	D	4,74	6,63
			90	E	4,74	6,8
			120	F	4,74	7

Sumber: data primer, 2024.

Grafik pengukuran hasil analisis pengujian nilai pH setelah pengolahan secara elektrokoagulasi ditunjukkan pada Gambar 3:



Gambar 3. Grafik Nilai pH Setelah Pengolahan

Berdasarkan hasil analisis, pengolahan air gambut dengan metode elektrokoagulasi untuk parameter pH menunjukkan perubahan yang signifikan. Nilai pH awal sampel berada dalam keadaan asam dengan pH 4,74, setelah pengolahan berhasil dirubah sampai menjadi netral. Pada penelitian ini diperoleh hasil pada percobaan pertama menggunakan plat Al-Al dengan waktu kontak berturut-turut 45, 90, dan 120 menit. Perolehan nilai pH pada perlakuan waktu kontak 45 menit adalah nilai pH terkecil yaitu sebesar 7, waktu kontak 90 menit memberikan nilai 7,24 dan 120 menit memberikan nilai pH tertinggi yaitu 7,56. Peningkatan pH terkait dengan pembentukan gas hidrogen dan ion hidroksil yang dihasilkan oleh reaksi reduksi pada katoda (Omwene, Koby and Can, 2018). Tegangan listrik memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pH. Ini disebabkan oleh fakta bahwa semakin tinggi voltase semakin banyak ion OH⁻ yang diproduksi pada katoda, sehingga nilai pH larutan meningkat (Amri, Destinefa and Zultiniar, 2020).

Percobaan kedua menggunakan plat Al-C tidak jauh berbeda dengan percobaan pertama. Nilai pH terendah adalah 6,63 pada 45 menit variasi waktu kontak, 6,8 pada 90 menit variasi waktu kontak, dan 7 pada 120 menit variasi waktu kontak. Perubahan pH yang awalnya bersifat asam mengalami perubahan menjadi netral setelah proses elektrokoagulasi. Perubahan nilai pH meningkat karena proses elektrokoagulasi menghasilkan akumulasi lebih banyak ion hidroksida (OH⁻) dalam

larutan selama proses berlangsung (Suprihatin and Aselfa, 2020). Berdasarkan grafik pada Gambar 3, nilai pH mengalami peningkatan selama proses elektrokoagulasi sejalan dengan semakin lama waktu kontak, dapat diketahui bahwa apabila dibandingkan proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda Al dengan C maka efisiensi untuk nilai pH yang diperoleh menggunakan elektroda Al lebih tinggi dapat dilihat bahwa kenaikan pH dengan elektroda Al lebih besar, tetapi untuk elektroda C juga sudah cukup baik. Pada keadaan asam, Al mudah larut dan kenaikan pH menyebabkan meningkatnya ion OH⁻, sehingga koagulan terbentuk lebih besar.

3.3 Analisis Nilai Mangan (Mn) Air Gambut

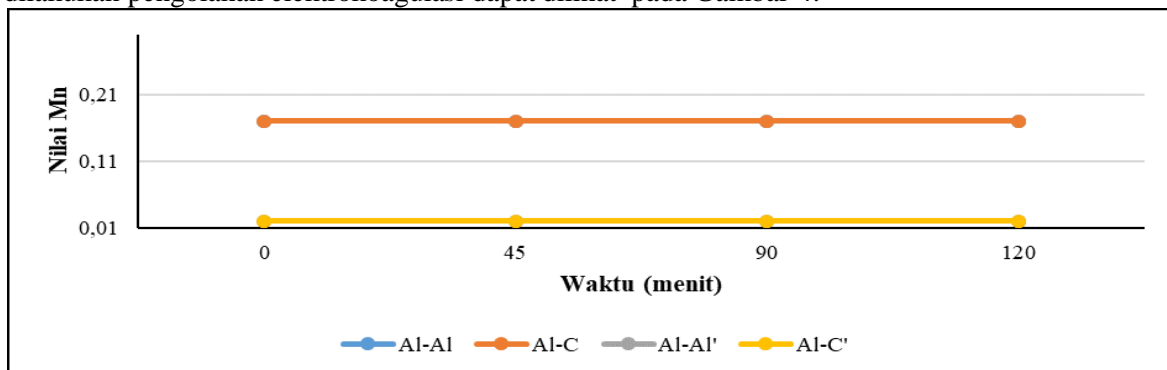
Untuk mengetahui seberapa efektif pengolahan elektrokoagulasi, penelitian ini menguji kadar logam mangan (Mn) pada sampel air gambut sebelum dan sesudah pengolahan. Nilai Mn pada air gambut diuji menggunakan spektrometer serapan atom (SSA), yang digunakan dengan sistem uji yang ditetapkan sesuai dengan SNI 6989.84:2019. Tabel berikut menunjukkan hasil uji penyisihan nilai kadar mangan (Mn):

Tabel 3. Hasil Pengujian Nilai Mangan (Mn)

Tegangan (V)	Jarak Elektroda (cm)	Plat	Waktu (menit)	Reaktor	Mn awal (mg/L)	Mn akhir (mg/L)	Efisiensi (%)
25 V	2 cm	Al-Al	45	A	0,17	< 0,03	99,99%
			90	B	0,17	< 0,03	99,99%
			120	C	0,17	< 0,03	99,99%
		Al-C	45	D	0,17	< 0,03	99,99%
			90	E	0,17	< 0,03	99,99%
			120	F	0,17	< 0,03	99,99%

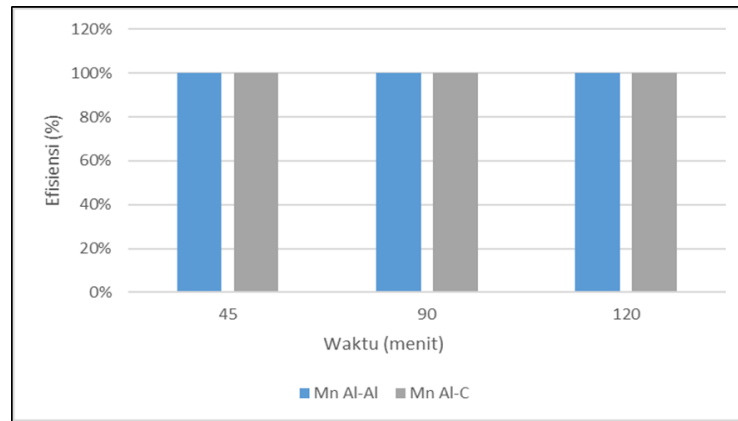
Sumber: data primer, 2024.

Dari analisis pada Tabel 3, dibuat grafik penurunan nilai kadar logam Mangan (Mn) setelah dilakukan pengolahan elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 4:



Gambar 4. Grafik Nilai Mangan (Mn)

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengolahan air gambut dengan metode elektrokoagulasi untuk parameter mangan (Mn) berhasil. Ini karena nilai Mn menurun selama proses berjalan. Gambar 4 menunjukkan penurunan kadar Mangan (Mn) dari nilai awal 0,17 mg/L pada pengukuran plat Al-Al dan Al-C. Nilai Mn turun hingga kurang dari 0,03 mg/L pada pengukuran plat Al-Al dan Al-C dan pada setiap variasi waktu. Penyisihan yang terjadi adalah bukti bahwa elektrokoagulasi dapat mengurangi kadar mangan (Mn). Logam Al teroksidasi selama proses ini, kehilangan tiga elektron menjadi ion cairan. Tingkat oksidasi ini terkait dengan potensial elektrode, yang negatif, yaitu -1,66 Volt (Ezechi et al., 2020). Penyisihan mangan (Mn) terjadi ketika ion Al³⁺ meningkat pada anoda dan membentuk flok Al(OH)₃, yang berfungsi sebagai koagulan. Selanjutnya, gumpalan Al(OH)₃ ini dapat mengikat logam dalam air (Fitriah et al., 2022).



Gambar 5. Grafik Efisiensi Nilai Mn

Pada plat Al-Al dan Al-C dan pada setiap variasi waktu kontak 45, 90 dan 120 menit, efisiensi penurunan nilai Mn mencapai 99,99%, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5. Hal ini menunjukkan bahwa teknik yang digunakan dapat menurunkan kadar mangan dalam air gambut dan sudah memenuhi standar mutu air bersih yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001.

3.4 Analisis Nilai BOD Air Gambut

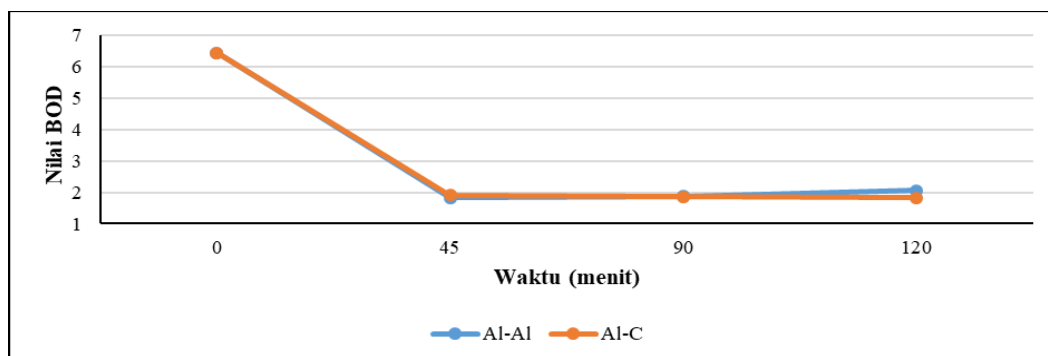
Nilai BOD (kebutuhan oksigen biologi) air gambut diukur sebelum dan sesudah elektrokoagulasi. Untuk menghitung nilai BOD pada air gambut, titrimetri digunakan dengan mengacu pada SNI 6989.72:2009. Ini dilakukan untuk menentukan efektivitas pengolahan. Hasil uji penyisihan nilai Kebutuhan Oksigen Biologis (BOD) ditunjukkan dalam Tabel 4:

Tabel 4. Hasil Pengujian Nilai BOD

Tegangan (V)	Jarak Elektroda (cm)	Plat	Waktu (menit)	Reaktor	BOD awal (mg/L)	BOD akhir (mg/L)	Efisiensi (%)
25 V	2 cm	Al-Al	45	A	6,43	1,82	72%
			90	B	6,43	1,87	71%
			120	C	6,43	2,06	68%
		Al-C	45	D	6,43	1,9	70%
			90	E	6,43	1,86	71%
			120	F	6,43	1,83	72%

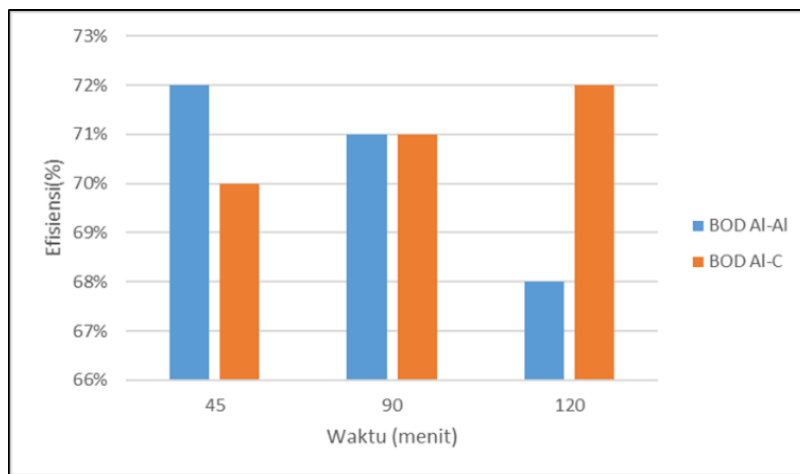
Sumber: data primer, 2024.

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 4, dibuat grafik penurunan nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) setelah dilakukan pengolahan elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar dibawah ini:



Gambar 6. Grafik Nilai BOD

Nilai BOD pada awal dan sesudah pengolahan berhasil turun, dengan nilai BOD sebelum pengolahan sebesar 6,43 mg/L. Hasil dari percobaan pertama menggunakan plat Al-Al dengan waktu kontak 45, 90, dan 120 menit menunjukkan bahwa pengolahan air gambut dengan teknik elektrokoagulasi dianggap efektif untuk parameter BOD. Kadar yang diperoleh setelah pengolahan menunjukkan ini. Setelah 45 menit proses pengolahan, medan listrik dari dua elektroda dapat menyebabkan presipitasi elektrolitik pada sistem dalam larutan (Ridantami, Wasito, dan Prayitno, 2016). Timbulnya medan listrik di antara dua plat menyebabkan polutan destabilisasi dalam cairan. Reaksi oksidasi di anoda melepaskan ion Al^{3+} , yang kemudian terhidrolisis menjadi kompleks hidroksida, yang melakukan adsorpsi terhadap partikel limbah yang bermuatan (El-Taweel et al., 2015). Nilai BOD terendah ditemukan dalam percobaan kedua menggunakan plat Al-C. Pada variasi waktu kontak 120 menit, nilainya 1,83 mg/L; pada variasi waktu kontak 90 menit, nilainya 1,86 mg/L; dan pada perlakuan waktu kontak 45 menit, nilainya 1,9 mg/L.



Gambar 7. Grafik Efisiensi Nilai BOD

Dengan efisiensi penyisihan yang sama, dua jenis kombinasi ini memerlukan waktu kontak yang berbeda, seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 7. Al-Al menunjukkan efisiensi penurunan nilai BOD sebesar 72% selama 45 menit kontak dan Al-C menunjukkan efisiensi tertinggi sebesar 72% selama 120 menit kontak. Hal ini menunjukkan bahwa metode ini dapat menurunkan nilai BOD pada air gambut. Selain itu, air gambut sudah memenuhi standar mutu air bersih yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001.

3.5 Analisis Nilai COD Air Gambut

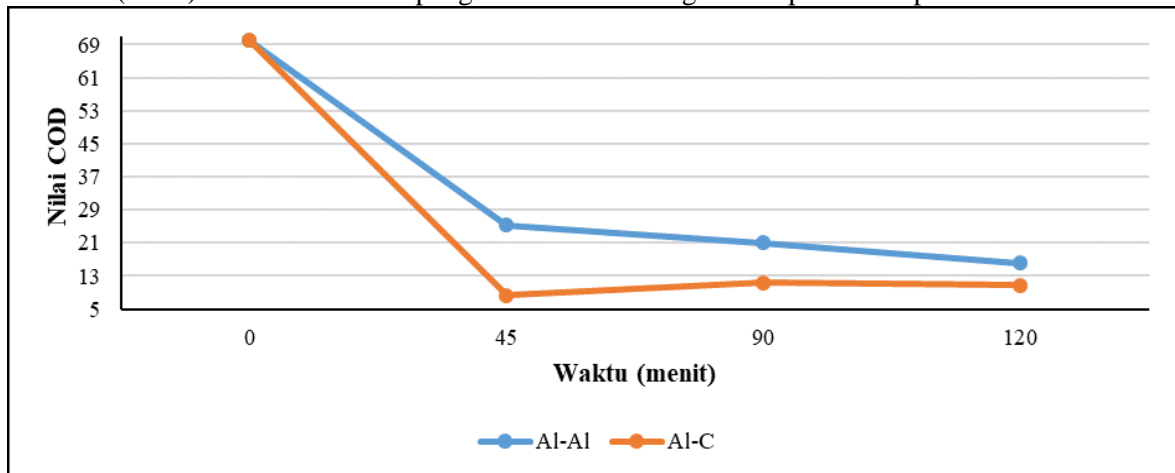
Nilai kebutuhan oksigen kimiawi (COD) air gambut diukur baik sebelum maupun sesudah pengolahan elektrokoagulasi. Ini dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis, yang digunakan berdasarkan SNI 6989.2:2019. Ini dilakukan untuk menentukan seberapa efektif pengolahan. Hasil uji penyisihan nilai permintaan oksigen kimiawi (COD) ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Nilai COD

Tegangan (V)	Jarak Elektroda (cm)	Plat	Waktu (menit)	Reaktor	COD awal (mg/L)	COD akhir (mg/L)	Efisiensi (%)
25 V	2 cm	Al-Al	45	A	69,96	25,25	64%
			90	B	69,96	21,02	70%
			120	C	69,96	16,19	77%
		Al-C	45	D	69,96	8,33	88%
			90	E	69,96	11,36	84%
			120	F	69,96	10,75	85%

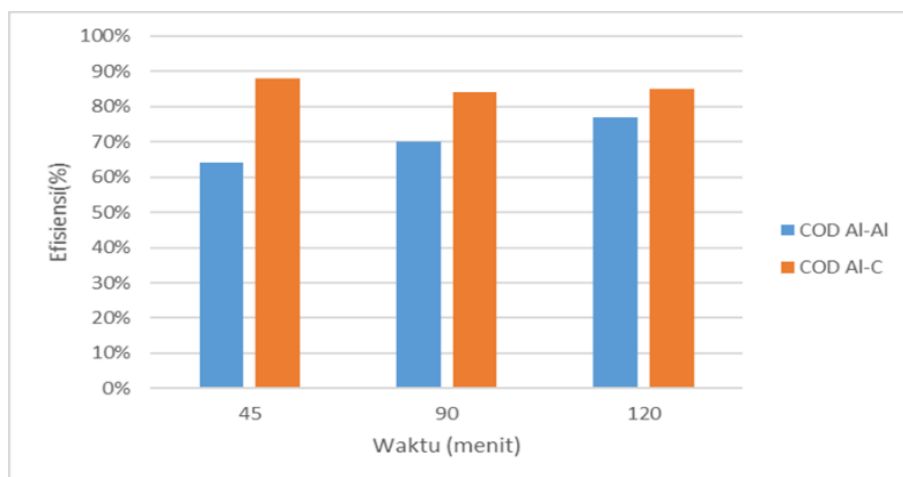
Sumber: data primer, 2024.

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5, dibuat grafik penurunan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) setelah dilakukan pengolahan elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 8:



Gambar 8. Grafik Nilai COD

Sehubungan dengan hasil analisis, pengolahan air gambut dengan elektrokoagulasi untuk parameter COD dapat dianggap berhasil karena nilai COD pada awal dan sesudah pengolahan turun, dengan nilai COD sebelum pengolahan sebesar 69,96 mg/L. Namun, nilai Al-AI belum memenuhi standar yang telah ditetapkan. Dalam percobaan pertama yang menggunakan plat aluminium di katoda dan anoda, nilai COD terkecil adalah 16,19 mg/L pada waktu kontak 120 menit, dengan variasi waktu 90 menit sebesar 21,02 mg/L dan variasi waktu 45 menit sebesar 25,25 mg/L. Dalam percobaan kedua yang menggunakan plat Al-C, nilai COD terendah adalah 8,33 mg/L pada waktu 45 menit, dan variasi waktu 90 menit sebesar 11 mg/L. Partikel koloid di limbah mengikat partikel atau senyawa lain di limbah, seperti $\text{Al}(\text{OH})_3$, yang memiliki muatan positif karena permukaannya memiliki ion H^+ . Mekanisme ini dapat dijelaskan dengan teori dua lapisan: partikel koloid bermuatan positif menyerap ion negatif dari larutan limbah, dalam hal ini senyawa organik, dan menghasilkan flok yang menurunkan COD (Amri, Destinefa, and Zultiniar, 2020).



Gambar 9. Grafik Efisiensi Nilai COD

Berdasarkan grafik pada Gambar 9, terlihat bahwa efisiensi penurunan nilai Al-C sebesar 88% pada waktu kontak 45 menit dan efisiensi penurunan nilai Al-AI sebesar 77% pada waktu kontak 120 menit. Namun, kedua efisiensi ini belum memenuhi standar mutu yang ditetapkan. Dengan demikian, Al-C menurunkan nilai COD lebih cepat daripada Al-AI. Ini menunjukkan bahwa metode elektrokoagulasi dapat menurunkan nilai COD pada air gambut, dan elektroda Al-C memenuhi standar mutu air bersih yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001.

4. KESIMPULAN

1. Dalam penelitian ini, jenis plat elektroda yang berbeda memengaruhi penetralan derajat keasaman (pH) pada semua jenis plat elektroda. Semakin lama waktu kontak, semakin baik penetralan derajat keasaman (pH). Untuk parameter mangan (Mn), kebutuhan oksigen biologi (BOD), dan kimiawi (COD), plat Al-C lebih efisien daripada plat Al-Al. Ini karena penggunaan elektroda karbon pada katoda menghasilkan spesies ion OH⁻ yang lebih baik daripada penggunaan elektroda alumunium. Akibatnya, variasi elektroda alumunium-karbon lebih efisien dalam proses penjernihan air gambut.
2. Dengan menggunakan metode elektrokoagulasi, kondisi penyisihan pencemar yang ideal dapat ditemukan. Dengan menggunakan berbagai jenis plat elektroda dan waktu kontak, pasangan elektroda Al-C dengan waktu kontak 45 menit adalah yang terbaik untuk menjernihkan air gambut. Hasil penyisihan parameter mangan (Mn) dari 0,17 mg/L menjadi < 0,03 mg/L dengan efisiensi 99,99%, permintaan oksigen biologi (BOD) dari 6,43 mg/L turun ke 1,9 mg/L dengan efisiensi 70%,

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, I., Destinefa, P. and Zultiniar, Z. (2020) 'Pengolahan limbah cair tahu menjadi air bersih dengan metode elektrokoagulasi secara kontinyu', *CHEMPUBLISH JOURNAL*, 5(1), pp. 57–67. Available at: <https://doi.org/10.22437/chp.v5i1.7651>.
- Bella, A. sinam, Marlina, S. and Santoso, A.I. (2022) 'Pengolahan Air Gambut Menjadi Air Bersih dengan Teknologi Sederhana di Kecamatan Sabangau Kelurahan Bangkirai Kota Palangka Raya', *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), pp. 56–62. Available at: <https://doi.org/10.33084/mitl.v7i2.3554>.
- Bote, M.E. (2021) 'Studies on electrode combination for COD removal from domestic wastewater using electrocoagulation', *Heliyon*, 7(12). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08614>.
- Fauzi, N. et al. (2019) 'Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Alumunium dan Besi pada Pengolahan Air Limbah Batik', in *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*, pp. 2013–2018. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.36040/seniati.v5i4.1179>.
- Fitriah, G.D. et al. (2022) 'Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Bersih Dengan Metode Elektrokoagulasi Reduction of Fe and Mn Levels in Clean Water by Electrocoagulation Method', *Jurnal Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 22(2), pp. 253–261. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.32382/sulolipu.v22i2.2897>.
- El-Taweel, Y.A. et al. (2015) 'Removal of Cr(VI) ions from waste water by electrocoagulation using iron electrode', *Egyptian Journal of Petroleum*, 24(2), pp. 183–192. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2015.05.011>.
- Ezechi, E.H. et al. (2020) 'A comparative evaluation of two electrode systems on continuous electrocoagulation of boron from produced water and mass transfer resistance', *Journal of Water Process Engineering*, 34. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101133>.
- Ebba, M., Asaithambi, P. and Alemayehu, E. (2022) 'Development of electrocoagulation process for wastewater treatment: optimization by response surface methodology', *Heliyon*, 8(5). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09383>.

Ghernaout, D., Ghernaout, B. and Naceur, M.W. (2011) 'Embodying the chemical water treatment in the green chemistry-A review', *Desalination*, pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.01.032>.

Julaika, S., Dewi, A.P. and Cintia, U.H. (2019) 'Application of Electrocoagulation Methods to Reduce BOD and COD Content in the Soft Drink Industry's Wastewater with Addition Bittern', in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Institute of Physics Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/462/1/012033>.

Nurdiantika, N., Suyati, L. and gunawan (2021) 'Metode Elektrokoagulasi Sistem Fe(S)/ Cd(II)(aq), NaCl(aq) // H₂O(l)/C untuk Pengambilan Kadmium(II)', *Greensphere:Journal of Environmental Chemistry*, 1(1), pp. 7–12. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/gjec.2021.10751>.

Omwene, P.I., Koby, M. and Can, O.T. (2018) 'Phosphorus removal from domestic wastewater in electrocoagulation reactor using aluminium and iron plate hybrid anodes', *Ecological Engineering*, 123, pp. 65–73. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.08.025>.

Putri, A.A. *et al.* (2023) 'Pengaruh Waktu Kontak serta Jenis Elektroda Al-Al dan Al-Fe pada Elektrokoagulasi dalam Penyisihan Fe dan Mn Air Asam Tambang', *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 15(2), pp. 124–128. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.33005/envirotek.v15i2.272>

Ridantami, V., Wasito, B. and Prayitno (2016) 'Pengaruh Tegangan Dan Waktu Pada Pengolahan Limbah Radioaktif Uranium Dan Torium Dengan Proses Elektrokoagulasi', *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, 10(2). Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17146/jfn.2016.10.2.3494>.

Rahman, M. (2021a) 'Effectiveness of Carbon Electrode Electrolysis Effluent Treatment System in Textile Dyeing', *Journal of Textile Science & Fashion Technology*, 8(3), pp. 4–10. Available at: <https://doi.org/10.33552/jtsft.2021.08.000690>.

Ramadhan, Albi Fadhala, Amri, idral and Drastinawati (2021) 'Pengaruh Jarak Elektroda Dan Kuat Arus Pada Pengolahan Air Gambut Dengan Proses Elektrokoagulasi Secara Kontinu', *Journal of the Bioprocess, Chemical, and Environmental Engineering Science 1*, pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31258/jbchees.2.1.46-55>.

Ramadhani, A. and Purnama, V. (2022) *Analysis of BOD (Biological Oxygen Demand) and COD (Chemical Oxygen Demand) In the Batang Masumai River Water, Merangin Regency at the UPTD Laboratory of the Environmental Service Analisis Kadar BOD (Biological Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Air Sungai Batang Masumai Kabupaten Merangin Di UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup*. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.20885/ijcr.vol7.iss2.art5>.

Sahwan, K. and Tamjidillah, M. (2020) 'Pengaruh Jarak Antar Elektroda Plat Stainless Steel Terhadap Produktifitas Dan Efisiensi Generator Hho Menggunakan Metode Elektrolisis Air Sumur Dengan Katalis Nahco₃', *Jtam Rotary*, 2(2), p. 195. Available at: https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v2i2.2415.

Setiawan, Y., Pratama and Sulaiman (2016) 'Pengaruh Tegangan Dan Waktu Pada Proses Elektrokoagulasi Pengaduk Pneumatis Terhadap Air', *Machine; Jurnal Teknik Mesin*, 2(2), pp. 23–26.

Tegladza, I.D. *et al.* (2021) '*Electrocoagulation processes: A general review about role of electro-generated flocs in pollutant removal*', *Process Safety and Environmental Protection*. Institution of Chemical Engineers, pp. 169–189. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.08.048>.

Yuniarti, B.I. and Widayatno, T. (2022) '*Analisa Perubahan BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Metode Elektrooksidasi-elektrokoagulasi Elektroda Fe-C dengan Sistem Semi Kontinyu*', *Jurnal Rekayasa Hijau*, 5(3), pp. 238–247. Available at: <https://doi.org/10.26760/jrh.v5i3.238-247>.

Suprihatin and Aselfa, F.S. (2020) '*Pollutants removal in electrocoagulation of detergent wastewater*', in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/472/1/012032>.