GRAVITASI
Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains
Vol (9) No (2) Edisi Desember Tahun 2026

https://ejurnalunsam.id/index.php/JPFS

Pengaruh Penambahan Karbon Aktif pada Proses Elektrokoagulasi terhadap Kualitas Palm Oil Mill Effluent (POME)

Elsa Shalsabilla[1], Jiyan Agustin[2], Indah Mayanisyah Putri Tanjung[3], Nadila[4], Nur Khalizah Hasibuan[5], Miftahul Husnah[6]

[1,2,3,4,5,6]Program Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan
Jln. Lapangan Golf, Durian Jangak, Tuntungan, Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20353
Email Korespondensi: miftahulhusnah@uinsu.ac.id

ABSTRAK

Limbah cair pabrik kelapa sawit atau Palm Oil Mill Effluent (POME) merupakan salah satu jenis limbah industri yang memiliki kandungan bahan organik, padatan terlarut, serta nilai Chemical Oxygen Demand (COD) yang tinggi sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak diolah dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kombinasi metode elektrokoagulasi dan karbon aktif dalam menurunkan kandungan pencemar pada limbah cair POME. Proses elektrokoagulasi dilakukan menggunakan elektroda logam, kemudian dilanjutkan dengan penambahan karbon aktif sebagai adsorben dengan variasi massa 3 gram dan 6 gram. Parameter yang dianalisis meliputi pH, Total Dissolved Solids (TDS), Biochemical Oxygen Demand (BOD), dan COD sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi dan penambahan karbon aktif mampu meningkatkan kualitas limbah cair POME yang ditandai dengan meningkatnya nilai pH dari 6,4 menjadi kondisi basa serta menurunnya nilai TDS, BOD, dan COD. Perlakuan dengan penambahan 3 gram karbon aktif menghasilkan penurunan BOD dan COD terbaik, masing-masing sebesar 7 mg/L dan 21 mg/L, sedangkan penambahan 6 gram karbon aktif memberikan penurunan TDS terbaik hingga 46,41 mg/L. Penurunan parameter pencemar terjadi karena proses elektrokoagulasi menghasilkan flok yang dapat mengikat dan mengendapkan partikel pencemar, sementara karbon aktif mengadsorpsi senyawa organik terlarut yang masih tersisa. Dengan demikian, kombinasi elektrokoagulasi dan karbon aktif berpotensi menjadi metode pengolahan limbah cair POME yang efektif, sederhana, dan ramah lingkungan.

Kata kunci: BOD, COD, Elektrokoagulasi, Karbon Aktif, POME, TDS.

ABSTRACT

Palm Oil Mill Effluent (POME) is a type of industrial waste that contains organic matter, dissolved solids, and high Chemical Oxygen Demand (COD) values, potentially causing environmental pollution if not properly treated. This study aims to determine the effectiveness of the combination of electrocoagulation and activated carbon methods in reducing pollutant content in POME liquid waste. The electrocoagulation process was carried out using metal electrodes, followed by the addition of activated carbon as an adsorbent with varying masses of 3 grams and 6 grams. The parameters analyzed included pH, Total Dissolved Solids (TDS), Biochemical Oxygen Demand (BOD), and COD before and after treatment. The results showed that the electrocoagulation process and the addition of activated carbon were able to improve the quality of POME liquid waste, which was indicated by an increase in pH from 6.4 to alkaline conditions and a decrease in TDS, BOD, and COD values. Treatment with the addition of 3 grams of activated carbon resulted in the best reduction in BOD and COD, at 7 mg/L and 21 mg/L, respectively, while the addition of 6 grams of activated carbon resulted in the best reduction in TDS, at 46.41 mg/L. The reduction in pollutant parameters occurred because the electrocoagulation process produced flocs that could bind and precipitate pollutant particles, while the activated carbon adsorbed any remaining dissolved organic compounds. Thus, the combination of electrocoagulation and activated carbon has the potential to be an effective, simple, and environmentally friendly method for treating POME wastewater.

Keywords: Activated Carbon, BOD, COD, Electrocoagulation, POME, TDS.

A. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor industri yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia. Indonesia merupakan salah satu produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia yang menghasilkan minyak sawit dalam jumlah besar setiap tahunnya. Namun, aktivitas pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak kelapa sawit juga menghasilkan limbah dalam jumlah besar, baik limbah padat maupun limbah cair. Salah satu limbah yang menjadi perhatian utama adalah *Palm Oil Mill Effluent* (POME), yaitu limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan kelapa sawit. POME berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak mendapatkan pengolahan yang memadai.

POME merupakan limbah cair yang mengandung bahan organik, minyak dan lemak, serta padatan tersuspensi dalam konsentrasi tinggi (Stefanya et al., 2022). POME umumnya memiliki karakteristik berupa warna cokelat pekat, suhu yang relatif tinggi, serta kandungan bahan organik yang besar. Kandungan bahan pencemar tersebut dapat ditunjukkan melalui nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan padatan terlarut maupun tersuspensi. Apabila tidak diolah dengan baik, kandungan bahan organik dalam POME dapat menurunkan kualitas badan air dan mengganggu kehidupan organisme perairan. Penelitian mengenai pengolahan POME juga menunjukkan bahwa parameter seperti COD, BOD, TDS, TSS, dan pH dapat digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan proses pengolahan (Yudono et al., 2022).

Salah satu metode pengolahan limbah yang banyak dikembangkan adalah elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan proses pengolahan limbah yang memanfaatkan arus listrik dan elektroda logam untuk menghasilkan ion koagulan secara langsung di dalam larutan. Ion-ion tersebut mampu mengikat partikel koloid, padatan tersuspensi, serta berbagai senyawa pencemar sehingga membentuk flok yang lebih mudah dipisahkan dari air limbah. Efektivitas proses elektrokoagulasi dipengaruhi oleh beberapa kondisi operasi, seperti pH, tegangan atau kuat arus, waktu proses, jenis elektroda, serta karakteristik awal limbah. Penelitian pada POME menunjukkan bahwa elektrokoagulasi dapat digunakan untuk menurunkan beberapa parameter pencemar, termasuk COD, TDS, dan TSS (Yudono et al., 2022).

Meskipun demikian, proses elektrokoagulasi masih memiliki keterbatasan dalam menghilangkan sebagian senyawa organik terlarut yang berukuran kecil. Oleh karena itu, diperlukan kombinasi dengan metode lain untuk meningkatkan efektivitas pengolahan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah penambahan karbon aktif sebagai adsorben. Karbon aktif memiliki luas permukaan dan struktur pori yang dapat digunakan untuk mengadsorpsi berbagai senyawa pencemar dalam limbah cair. Penelitian mengenai pengolahan POME menggunakan kombinasi elektrokoagulasi dan karbon aktif menunjukkan bahwa karbon aktif dapat digunakan sebagai tahap lanjutan untuk membantu proses penyisihan pencemar (Stefanya et al., 2022; Alqorni et al., 2024).

Karbon aktif bekerja melalui mekanisme adsorpsi, yaitu perpindahan dan pengikatan molekul pencemar dari fase cair ke permukaan serta pori-pori adsorben. Kemampuan adsorpsi dipengaruhi oleh luas permukaan, struktur dan distribusi pori, konsentrasi zat terlarut, waktu kontak, pH, serta kemampuan difusi molekul menuju pori adsorben. Penelitian Alqorni et al. (2024) menunjukkan bahwa kombinasi elektrokoagulasi dan karbon aktif dapat digunakan dalam pengolahan POME bersama tahapan pengolahan lainnya. Selain itu, penelitian Amalina et al. (2024) menunjukkan bahwa karbon aktif juga memiliki potensi dalam pemanfaatan material yang berasal dari proses elektrokoagulasi POME.

Kombinasi elektrokoagulasi dan karbon aktif diharapkan dapat menghasilkan proses pengolahan yang lebih efektif dibandingkan penggunaan elektrokoagulasi secara tunggal. Elektrokoagulasi berfungsi membantu menghilangkan partikel koloid dan padatan tersuspensi melalui pembentukan flok, sedangkan karbon aktif berperan dalam

mengadsorpsi senyawa organik terlarut yang masih tersisa setelah proses elektrokoagulasi. Dengan demikian, kombinasi kedua metode tersebut berpotensi meningkatkan kualitas efluen POME.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai pengaruh penambahan karbon aktif pada proses elektrokoagulasi terhadap kualitas *Palm Oil Mill Effluent* (POME) perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan karbon aktif dalam meningkatkan kualitas hasil pengolahan limbah. Parameter yang diamati meliputi pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan *Chemical Oxygen Demand* (COD), sehingga dapat diketahui perubahan kualitas POME setelah diberikan perlakuan elektrokoagulasi dan variasi penambahan karbon aktif.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui pendekatan eksperimen di Laboratorium Fisika UIN Sumatera Utara Medan yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas metode elektrokoagulasi dengan penambahan karbon aktif dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah cair pabrik kelapa sawit (Palm Oil Mill Effluent/POME). Metode elektrokoagulasi digunakan karena dapat membantu proses penyisihan pencemar melalui pembentukan flok secara elektrokimia, sedangkan karbon aktif digunakan sebagai adsorben untuk meningkatkan proses penyisihan kontaminan.

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu timbangan digital, corong kaca, beaker glass, catu daya, kabel buaya, stopwatch, plat penyangga, kertas saring, botol plastik, elektroda aluminium, karbon aktif, dan POME. Prosedur percobaan diawali dengan menyiapkan alat dan bahan. Sampel *Palm Oil Mill Effluent* (POME) sebanyak 500 mL dimasukkan ke dalam reaktor elektrokoagulasi. Penelitian dilakukan dengan tiga variasi perlakuan, yaitu elektrokoagulasi tanpa karbon aktif, elektrokoagulasi dengan penambahan karbon aktif 3 gram, dan elektrokoagulasi dengan penambahan karbon aktif 6 gram. Pada perlakuan yang menggunakan karbon aktif, adsorben ditambahkan ke dalam sampel dan diaduk hingga homogen sebelum proses elektrokoagulasi.

Selanjutnya, elektroda aluminium dipasang dan dihubungkan dengan sumber arus searah (DC). Proses elektrokoagulasi dilakukan pada tegangan 22 Volt selama 2 jam. Setelah proses selesai, sampel didiamkan selama 30 menit agar flok mengendap, kemudian disaring menggunakan kertas saring. Hasil penyaringan selanjutnya dianalisis melalui pengujian pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) untuk mengevaluasi perubahan kualitas POME pada masing-masing perlakuan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

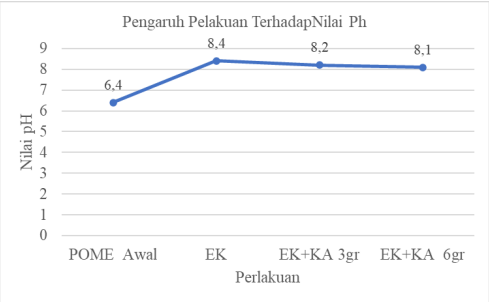
Hasil penelitian diperoleh melalui pengujian parameter pH, TDS, BOD, dan COD pada sampel *Palm Oil Mill Effluent* (POME) setelah diberikan perlakuan elektrokoagulasi dan variasi penambahan karbon aktif. Parameter-parameter tersebut digunakan untuk mengevaluasi perubahan kualitas limbah setelah proses pengolahan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kualitas POME pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	pH	TDS	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
POME Awal	6,4	74,88	64	192
Elektro koagulasi	8,4	46,28	30	90
Elektrokoagulasi + Karbon Aktif 3gr	8,2	72,73	7	21
Elektrokoagulasi + Karbon Aktif 6gr	8,1	46,41	10	30

Pembahasan

1. Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap pH POME



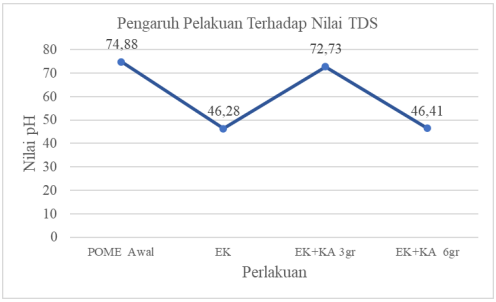
Gambar 1. Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap pH POME

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH POME awal sebesar 6,4 meningkat menjadi 8,4 setelah proses elektrokoagulasi. Setelah penambahan karbon aktif sebanyak 3 gram dan 6 gram, nilai pH masing-masing menjadi 8,2 dan 8,1.

Perubahan pH tersebut berkaitan dengan reaksi elektrokimia yang berlangsung selama proses elektrokoagulasi. Pada elektroda aluminium, proses elektrokimia menghasilkan spesies aluminium yang kemudian dapat membentuk hidroksida aluminium. Pada sisi katoda juga terjadi pembentukan ion hidroksida yang dapat menyebabkan peningkatan kondisi basa pada larutan. Perubahan kondisi pH selama elektrokoagulasi merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi pembentukan flok dan proses penyisihan kontaminan (Nasrullah et al., 2022; Amri et al., 2023; Naldi et al., 2026).

Penelitian Amri et al. (2023) menunjukkan bahwa kondisi operasi elektrokoagulasi, termasuk tegangan dan jumlah elektroda aluminium, berpengaruh terhadap proses penyisihan pencemar POME. Sementara itu, penelitian Naldi et al. (2026) menunjukkan bahwa elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium dapat digunakan untuk mengolah POME dan mengurangi bahan organik terlarut. Dengan demikian, perubahan pH pada penelitian ini dapat dikaitkan dengan berlangsungnya reaksi elektrokimia selama proses elektrokoagulasi.

2. Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap TDS POME



Gambar 2. Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap TDS POME

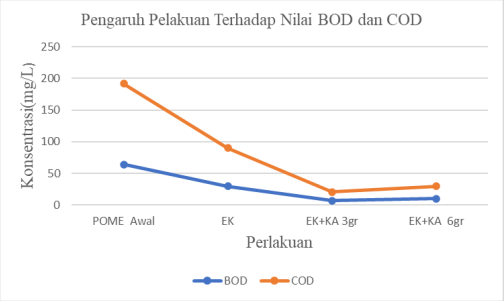
Nilai TDS awal POME sebesar 74,88 mg/L mengalami penurunan menjadi 46,28 mg/L setelah proses elektrokoagulasi. Pada perlakuan elektrokoagulasi dengan penambahan karbon aktif 3 gram, nilai TDS menjadi 72,73 mg/L. Sementara itu, penambahan karbon aktif 6 gram menghasilkan nilai TDS sebesar 46,41 mg/L.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan dengan karbon aktif 6 gram menghasilkan penurunan TDS yang lebih besar dibandingkan perlakuan dengan karbon aktif 3 gram. Perbedaan tersebut dapat berkaitan dengan jumlah adsorben yang tersedia untuk berinteraksi dengan zat terlarut. Karbon aktif memiliki struktur berpori yang memungkinkan terjadinya adsorpsi terhadap sejumlah senyawa yang terdapat dalam air limbah. Efektivitas proses adsorpsi dipengaruhi oleh karakteristik permukaan karbon aktif, jumlah adsorben, serta kondisi kontak antara adsorben dan larutan (Mubarak et al., 2022; Putra et al., 2026).

Namun, peningkatan jumlah karbon aktif tidak selalu menghasilkan penurunan seluruh parameter pencemar secara proporsional. Kemampuan adsorpsi juga dipengaruhi oleh sifat zat yang akan diadsorpsi, distribusi ukuran pori, luas permukaan,

serta kondisi operasi. Oleh karena itu, hasil TDS pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan karbon aktif 6 gram memberikan hasil TDS yang lebih rendah dibandingkan penambahan 3 gram pada kondisi eksperimen yang digunakan.

3. Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap BOD dan COD POME



Gambar 3. Pengaruh Elektrokoagulasi terhadap BOD dan COD POME

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi yang dikombinasikan dengan karbon aktif mampu menurunkan nilai BOD dan COD POME. Nilai BOD awal sebesar 64 mg/L menurun menjadi 30 mg/L setelah elektrokoagulasi. Setelah penambahan karbon aktif 3 gram, nilai BOD turun menjadi 7 mg/L, sedangkan pada penambahan karbon aktif 6 gram nilai BOD menjadi 10 mg/L.

Nilai COD awal sebesar 192 mg/L mengalami penurunan menjadi 90 mg/L setelah proses elektrokoagulasi. Setelah penambahan karbon aktif 3 gram, nilai COD turun menjadi 21 mg/L, sedangkan pada penambahan karbon aktif 6 gram nilai COD menjadi 30 mg/L.

Penurunan BOD dan COD menunjukkan berkurangnya kandungan bahan organik dalam POME setelah perlakuan. Proses elektrokoagulasi menghasilkan spesies koagulan yang dapat membantu mengikat dan memisahkan kontaminan dari larutan. Setelah proses tersebut, karbon aktif dapat berperan dalam mengadsorpsi sebagian senyawa organik terlarut yang masih tersisa.

Hasil ini sesuai dengan penelitian Nasrullah et al. (2022) yang menunjukkan bahwa elektrokoagulasi dapat digunakan untuk menurunkan COD, BOD, dan padatan tersuspensi pada POME. Penelitian Tahreen et al. (2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan activated carbon-assisted electrocoagulation dapat meningkatkan kualitas hasil pengolahan limbah cair berbasis kelapa sawit. Pada penelitian tersebut, kombinasi elektrokoagulasi dan karbon aktif memberikan peningkatan kualitas efluen dibandingkan perlakuan tanpa kombinasi tersebut.

Pada penelitian ini, penambahan karbon aktif 3 gram menghasilkan nilai BOD dan COD paling rendah, masing-masing 7 mg/L dan 21 mg/L. Sementara itu, penambahan karbon aktif 6 gram menghasilkan BOD sebesar 10 mg/L dan COD sebesar 30 mg/L. Dengan demikian, pada kondisi penelitian yang digunakan, penambahan 3 gram karbon aktif menghasilkan penurunan BOD dan COD yang lebih besar dibandingkan penambahan 6 gram.

Hasil tersebut tidak berarti bahwa 3 gram merupakan dosis optimum secara umum. Hal tersebut karena penelitian ini hanya menggunakan dua variasi massa karbon aktif, yaitu 3 gram dan 6 gram. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh lebih tepat dinyatakan sebagai kondisi perlakuan yang menghasilkan nilai BOD dan COD terendah dalam rentang variasi yang digunakan.

Perbedaan hasil antara penambahan 3 gram dan 6 gram dapat dipengaruhi oleh karakteristik adsorben dan interaksi antara karbon aktif dengan senyawa pencemar. Penambahan adsorben dalam jumlah lebih besar tidak selalu menghasilkan peningkatan penyisihan yang sebanding karena efektivitas adsorpsi juga dipengaruhi oleh luas permukaan efektif, distribusi pori, sifat senyawa yang diadsorpsi, dan kondisi proses. Kajian Putra et al. (2026) menunjukkan bahwa dosis adsorben, waktu kontak,

pH, dan karakteristik permukaan karbon merupakan faktor penting dalam proses adsorpsi POME.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi elektrokoagulasi dan karbon aktif dapat menurunkan parameter BOD dan COD POME. Elektrokoagulasi memberikan kontribusi melalui proses elektrokimia dan pembentukan flok, sedangkan karbon aktif memberikan kontribusi melalui mekanisme adsorpsi. Hasil penelitian Alqorni et al. (2024) juga menunjukkan bahwa kombinasi elektrokoagulasi dan filter karbon aktif dapat digunakan sebagai bagian dari sistem pengolahan POME dan mampu menurunkan beberapa parameter kualitas limbah.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, proses elektrokoagulasi dengan penambahan karbon aktif memberikan perubahan terhadap kualitas Palm Oil Mill Effluent (POME), yang ditunjukkan melalui perubahan nilai pH, TDS, BOD, dan COD.

Nilai pH POME awal sebesar 6,4 meningkat menjadi 8,4 setelah proses elektrokoagulasi. Setelah penambahan karbon aktif 3 gram dan 6 gram, nilai pH masing-masing menjadi 8,2 dan 8,1.

Nilai TDS awal sebesar 74,88 mg/L menurun menjadi 46,28 mg/L setelah elektrokoagulasi. Penambahan karbon aktif 3 gram menghasilkan TDS sebesar 72,73 mg/L, sedangkan penambahan 6 gram menghasilkan TDS sebesar 46,41 mg/L. Berdasarkan parameter TDS, perlakuan dengan karbon aktif 6 gram menghasilkan nilai yang lebih rendah dibandingkan perlakuan dengan karbon aktif 3 gram.

Nilai BOD awal sebesar 64 mg/L menurun menjadi 30 mg/L setelah elektrokoagulasi, kemudian menjadi 7 mg/L pada penambahan karbon aktif 3 gram dan 10 mg/L pada penambahan karbon aktif 6 gram. Sementara itu, nilai COD awal sebesar 192 mg/L menurun menjadi 90 mg/L setelah elektrokoagulasi, kemudian menjadi 21 mg/L pada penambahan karbon aktif 3 gram dan 30 mg/L pada penambahan karbon aktif 6 gram.

Dengan demikian, pada kondisi penelitian ini, penambahan karbon aktif 3 gram menghasilkan nilai BOD dan COD paling rendah, sedangkan penambahan karbon aktif 6 gram menghasilkan nilai TDS paling rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi elektrokoagulasi dan karbon aktif memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas POME melalui mekanisme pembentukan flok dan adsorpsi.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya menggunakan tiga perlakuan, yaitu elektrokoagulasi tanpa karbon aktif, elektrokoagulasi dengan karbon aktif 3 gram, dan elektrokoagulasi dengan karbon aktif 6 gram. Penelitian juga menggunakan satu kondisi tegangan dan waktu proses sehingga pengaruh variasi tegangan, kuat arus, waktu proses, jumlah elektroda, dan dosis karbon aktif yang lebih luas belum dapat diketahui. Selain itu, analisis data masih dilakukan secara deskriptif dan belum menggunakan uji statistik untuk mengetahui tingkat signifikansi perbedaan antarperlakuan. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi massa karbon aktif dan kondisi operasi yang lebih banyak serta melakukan analisis statistik agar pengaruh masing-masing variabel dapat diketahui dengan lebih jelas.

E. DAFTAR PUSTAKA

Alqorni, K. U., Dahlan, H., & Arita, S. (2024). Integrated process of Palm Oil Mill Effluent using electrocoagulation, active carbon filter, zeolite and membrane separation technology. Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry, 9(1), 9–17. doi:10.24845/ijfac.v9.i1.9

Amalina, F., Abd Razak, A. S., Krishnan, S., Zularisam, A. W., & Nasrullah, M. (2024). The synthesization of activated carbon from electrocoagulated palm oil mill effluent sludge for wastewater treatment. Materials Today: Proceedings, 107, 8–16. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.514

Amri, I., Meldha, Z., Herman, S., Karmila, D., Ramadani, M. F., & Nirwana. (2024). Effects of electric voltage and number of aluminum electrodes on continuous electrocoagulation of liquid waste from the palm oil industry. Materials Today:

Proceedings. doi:10.1016/j.matpr.2023.03.621

Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 6989: Metode Pengujian Air dan Air Limbah. Jakarta: BSN.

Mubarak, S. F., Nahrul Hayawin, Z., Ibrahim, M. F., & Abd Aziz, S. (2022). Effective removal of pollutants and colour from palm oil mill effluent final discharge using bioadsorbent from palm oil industry. International Journal of Environmental Science and Technology. doi:10.1007/s13762-022-04548-3

Naldi, N., Desmiarti, R., Emeraldi, P., Rosadi, M. Y., Rahman, M. M., Rahman, N., & Hazmi, A. (2026). Palm oil mill effluent treatment using electrocoagulation: Process optimization for the removal of dissolved organic matter. Journal of the Indian Chemical Society, 103(5), 102549. doi:10.1016/j.jics.2026.102549

Nasrullah, M., Ansar, S., Krishnan, S., Singh, L., Peera, S. G., & Zularisam, A. W. (2022). Electrocoagulation treatment of raw palm oil mill effluent: Optimization process using high current application. Chemosphere, 299, 134387. doi:10.1016/j.chemosphere.2022.134387

Putra, N. R., Zaini, A. S., Jumakir, J., Waluyo, Suparwoto, Rozy, M. I. F., & Airlangga, B. (2026). Application of activated carbon in the treatment of palm oil mill effluent: A comprehensive review. Journal of Oil Palm Research. doi:10.21894/jopr.2026.0023

Stefanya, N., dkk. (2022). Pengolahan limbah cair POME menggunakan kombinasi elektrokoagulasi dan karbon aktif.

Yudono, B., Ulfariani, S., Fatma, F., Parwiyanti, P., & Lidiasari, E. (2022). POME Processing with Bioremediation Using Indigenous Bacteria (Bacillus toyonensis and Stenotrophomonas rhizophila), Electrocoagulation, and Bioremediation assisted with Electrocoagulation Methods. Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry, 7(3).