

EFEKTIVITAS ELEKTROKOAGULASI SEBAGAI METODE ALTERNATIF DALAM PENURUNAN TDS DAN KESADAHAN PADA AIR PAYAU DI PULAU PASARAN

Chelsy Afriany¹, Mutiara Fajar^{1*}, Rahma Yanda²

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

²Program Studi Rekayasa Tata Kelola Air Terpadu, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

*Korespondensi: mutiara.fajar@tl.itera.ac.id

Abstrak

Pulau Pasaran merupakan sebuah pulau yang berada di Kecamatan Teluk Betung Barat, Provinsi Lampung. Masyarakat di sana menggunakan air sumur yang bersifat payau untuk kebutuhan sehari-hari. Air payau merupakan hasil dari intrusi air laut ke dalam air tanah yang disebabkan oleh degradasi lingkungan dan memiliki kadar TDS (Total Dissolved Solid) serta kesadahan yang tinggi sehingga perlu diolah sebelum digunakan. Salah satu metode alternatif yang digunakan untuk pengolahan air payau yaitu metode elektrokoagulasi secara batch. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi metode elektrokoagulasi dalam menurunkan kadar TDS dan kesadahan, serta menganalisis pengaruh jarak antar plat (1; 1.5; dan 2 cm), tegangan (15; 20; dan 25 volt) dan waktu (20; 40; 60; dan 80 menit). Sampel air payau di uji kadar awalnya, kemudian diproses menggunakan reaktor elektrokoagulasi. Hasil penurunan TDS paling tinggi pada jarak antar plat 1.5 cm dari konsentrasi awal 5526 mg/L menjadi 1225 mg/L (77.83%) dan pada kesadahan dari konsentrasi awal 580 mg/L menjadi 164 mg/L (71.72%). Pada variasi tegangan, penurunan TDS dan kesadahan paling tinggi pada tegangan 25 volt yaitu menjadi 1090 mg/L (80.28%) dan kesadahan menjadi 176 mg/L (69.66%). Waktu optimal tercapai pada 60 menit dengan penurunan TDS menjadi 1100 mg/L (80.09%) dan penurunan kesadahan menjadi 186 mg/L (67.93%). Jarak antar plat, tegangan dan waktu memiliki pengaruh signifikan terhadap proses elektrokoagulasi dalam menurunkan TDS dan kesadahan.

Kata kunci: Air payau; Elektrokoagulasi; Kesadahan; TDS; Uji Anova

Abstract

This study aims to evaluate the efficiency of the electrocoagulation method in reducing TDS and hardness levels, as well as to analyze the effects of inter-electrode distance (1; 1.5; and 2 cm), applied voltage (15; 20; and 25 V), and contact time (20; 40; 60; and 80 minutes). The initial concentrations of brackish water samples were measured prior to treatment, and the samples were subsequently processed using an electrocoagulation reactor.

The highest TDS removal efficiency was achieved at an inter-electrode distance of 1.5 cm, reducing the concentration from an initial 5526 mg/L to 1225 mg/L (77.83%). Under the same condition, hardness decreased from 580 mg/L to 164 mg/L (71.72%). Regarding voltage variation, the greatest reduction in TDS and hardness was observed at 25 V, reaching 1090 mg/L (80.28%) and 176 mg/L (69.66%), respectively. The optimal treatment time was 60 minutes, resulting in a TDS reduction to 1100 mg/L (80.09%) and a hardness reduction to 186 mg/L (67.93%).

Inter-electrode distance, applied voltage, and contact time were found to have a significant effect on the electrocoagulation process in reducing TDS and hardness levels, as confirmed by ANOVA analysis.

Keywords: Brackish water; Electrocoagulation; Hardness; Total Dissolved Solids (TDS); ANOVA test.

1. PENDAHULUAN

Intrusi air laut menyebabkan kualitas air menurun di wilayah pesisir, mengakibatkan air tanah menjadi payau dan tidak layak untuk digunakan sebagai kebutuhan domestik (Ali, 2015). Pulau Pasaran, terletak di pesisir selatan Kota Bandar Lampung, merupakan salah satu wilayah terdampak. Jumlah penduduk di Pulau Pasaran mencapai 3.478 jiwa pada tahun 2023. Kebutuhan air bersih mencapai sekitar 521.700 L/hari sedangkan ketersediaan air tanah berkisar 491,39 L/hari. Hal ini sangat tidak mencukupi untuk kebutuhan masyarakat di Pulau Pasaran (Wiyono et al., 2020). Masyarakat hanya mengandalkan air sumur yang bersifat payau, sehingga tidak dapat digunakan untuk mandi, mencuci, dan kebutuhan rumah tangga lainnya (Ilmi et al., 2021).

Air payau umumnya memiliki kadar TDS antara 1000–10.000 mg/L dan kesadahan >500 mg/L (Sintya, 2021). Nilai ini berada jauh di atas standar Permenkes No. 2 Tahun 2023 yang menetapkan TDS <300 mg/L untuk air bersih. TDS yang tinggi dapat mencemari lingkungan dan berdampak negatif pada organisme air (Wowor et al., 2023). Selain itu, tingginya TDS berkaitan erat dengan kesadahan, yang dapat menyebabkan korosi, penyumbatan pipa, dan menurunnya efisiensi sabun, sehingga memperburuk kondisi sanitasi masyarakat (Vosooghi-Postindoz et al., 2018). Berbagai metode pengolahan air seperti desalinasi termal dan reverse osmosis telah dikembangkan. Namun keduanya memerlukan biaya besar, perawatan kompleks, dan kurang sesuai diterapkan di daerah terpencil (Tamim, 2005; Nurhayati dan Purwoto, 2014). Sebagai alternatif, metode elektrokoagulasi yang memiliki beberapa kelebihan seperti biaya rendah, operasi sederhana, dan efisiensi tinggi dalam mengurangi kontaminan tanpa perlu bahan kimia tambahan (Masrullita et al., 2021; Kalsum et al., 2021; Wijayanto dan Sutanto, 2011). Dalam proses elektrokoagulasi, aluminium sering digunakan sebagai elektroda karena ketersediaannya yang melimpah dan biaya yang relatif murah (Eny et al., 2014; Jumriadi et al., 2023; Heriani et al., 2014). Beberapa studi menunjukkan efektivitas metode ini, seperti penurunan kesadahan hingga 9,73 ppt pada 180 menit dan 14 volt (Kalsum et al., 2021), serta efisiensi penghilangan TDS sebesar 91% pada menit ke-80 dengan jarak antar elektroda 1 cm (Al-Raad et al., 2019).

Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya menggunakan tegangan rendah dan durasi waktu yang cukup lama. Menurut Jumriadi et al. (2023), peningkatan tegangan dapat mempercepat reaksi elektrokimia, sehingga efisiensi elektrokoagulasi meningkat. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan peningkatan tegangan dengan mempersingkat waktu perlakuan. Waktu perlakuan yang divariasikan yaitu 20, 40, 60, dan 80 menit, tegangan dengan variasi 15 volt, 20 volt, dan

25 volt dan menggunakan jarak antar plat 1, 1.5 dan 2 cm untuk mengoptimalkan penurunan kadar TDS dan kesadahan air payau dan mengetahui pengaruh jarak antar plat, tegangan dan waktu terhadap efektivitas elektrokoagulasi.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Institut Teknologi Sumatera, dengan pengambilan sampel air payau dari salah satu sumur warga di Pulau Pasaran, Lampung. Pelaksanaan penelitian berlangsung dari Agustus 2024 hingga Februari 2025.

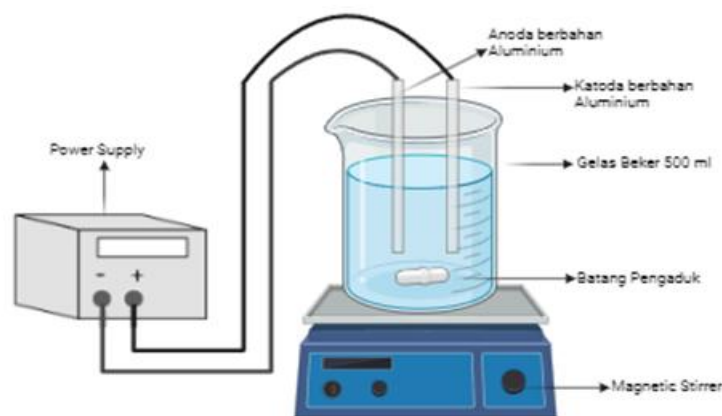
2.2. PROSEDUR PENELITIAN

2.2.1. Pengambilan dan persiapan sampel

Sampel air payau diambil dari sumur warga menggunakan prosedur sesuai SNI 6989.58:2008 tentang metode pengambilan contoh air tanah. Sampel disimpan dalam wadah bersih dan langsung diuji parameter awal TDS menggunakan TDS meter dan kesadahan menggunakan metode titrasi EDTA berdasarkan SNI 06-6989.12-2004 sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi.

2.2.2. Proses elektrokoagulasi

Proses elektrokoagulasi dilakukan pada volume 500 mL air menggunakan reactor batch berbahan gelas dengan dua elektroda aluminium (20 cm x 4 cm) yang dipasang sejajar. Elektroda dihubungkan ke *power supply* arus searah (DC), dapat dilihat pada Gambar 1. Jarak antara elektroda, tegangan dan waktu proses divariasikan sesuai parameter penelitian. Proses diawali dengan pengadukan cepat selama 10 menit (200 rpm), lalu dilanjutkan dengan pengadukan lambat (30 rpm) hingga waktu perlakuan selesai. Setelah proses selesai, sampel didiamkan selama 10 menit untuk pengendapan flok, kemudian disaring sebelum dianalisis.



Gambar 1. Desain Reaktor Elektrokoagulasi

2.2.3. Tahapan variasi perlakuan

Pengujian dilakukan dalam tiga tahapan:

1. Variasi jarak antar plat 1 cm, 1.5 cm, dan 2 cm (dengan tegangan 25 V dan waktu 60 menit tiap variasi jarak)
2. Variasi tegangan 15 V, 20 V, dan 25 V (menggunakan jarak optimum percobaan sebelumnya dan waktu tetap 60 menit)
3. Variasi waktu kontak 20 menit, 40 menit, 60 menit, dan 80 menit (menggunakan jarak dan tegangan optimum dari percobaan sebelumnya)

Masing-masing perlakuan dilakukan dengan tiga kali ulangan untuk validitas data.

2.3. ANALISIS DATA

Data hasil penurunan TDS dan kesadahan setelah proses elektrokoagulasi dianalisis menggunakan persamaan 1 dengan cara menghitung nilai penyisihan dari masing-masing parameter. Data yang dianalisis kemudian disajikan dalam bentuk grafik batang untuk mengetahui rata-rata nilai penyisihan dari parameter terhadap variabel yang telah ditentukan.

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} \times 100\% \quad (1)$$

dengan S_o = konsentrasi awal, dan S = konsentrasi setelah perlakuan.

Selanjutnya dilakukan analisis statistik pada data efisiensi penyisihan menggunakan uji One-Way Anova untuk mengetahui pengaruh signifikan dari masing-masing variabel perlakuan terhadap penurunan TDS dan kesadahan.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. KARAKTERISTIK AWAL AIR PAYAU PULAU PASARAN

Karakteristik awal air sumur payau ditentukan dengan melakukan pengambilan sampel pada 3 sumur di pulau pasaran untuk melihat perbedaan karakteristik pada tiap sumur. Berdasarkan hasil tersebut, sampel dari Sumur 1 dipilih untuk dianalisis lebih lanjut dalam penelitian karena mewakili kondisi air dengan tingkat pencemaran tertinggi. Nilai parameter kualitas air sumur payau sebelum perlakuan ditunjukkan pada Tabel 1.

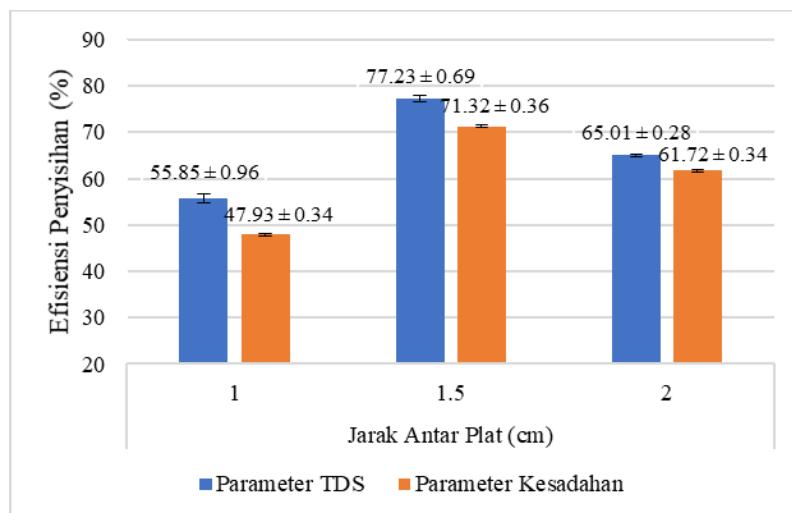
Tabel 1. Karakteristik awal air payau

Sumur	TDS (mg/L)	Standar Baku Mutu TDS (mg/L)	Kesadahan (mg/L)	Standar Baku Mutu Kesadahan (mg/L)
1	5526		580	
2	4243	< 300	420	500
3	3870		360	

Tingginya nilai TDS pada air sumur di Pulau Pasaran disebabkan oleh tingginya kandungan zat-zat anorganik, organik, serta garam yang dapat larut di dalam air. Sementara itu, tingginya tingkat kesadahan disebabkan oleh keberadaan ion kalsium dan magnesium, serta garam-garam bikarbonat dan sulfat dalam jumlah yang signifikan. Konsentrasi TDS dan kesadahan yang cukup tinggi ini dapat memberikan dampak terhadap lingkungan (Kusniawati dan Budiman, 2020).

3.2. EFISIENSI PENYISIHAN PADA VARIASI JARAK ANTAR PLAT

Salah satu faktor yang berpengaruh langsung terhadap kinerja elektrokoagulasi adalah jarak antar plat. Pada penelitian ini, dilakukan pengujian menggunakan tegangan tetap yaitu 25 volt dan waktu proses selama 60 menit, dengan variasi jarak antar plat 1 cm; 1,5 cm dan 2 cm dalam menurunkan kadar TDS dan kesadahan. Efisiensi penyisihan parameter TDS dan kesadahan dengan variasi jarak antar plat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Efisiensi penyisihan TDS dan kesadahan variasi jarak antar plat dengan tegangan 25 Volt dan waktu 60 menit

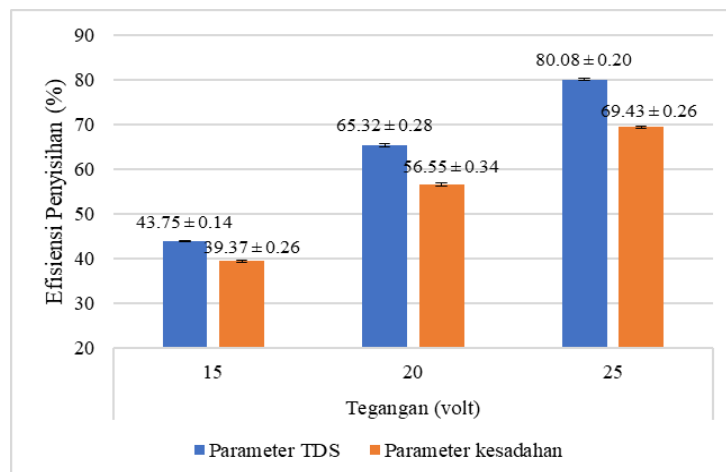
Berdasarkan data pada Gambar 2, variasi jarak antar plat dalam proses elektrokoagulasi efektif menurunkan kadar TDS dan kesadahan air sumur payau. Efisiensi terendah tercatat pada jarak 1 cm, yaitu 55.85% ± 0.96 untuk TDS dan 47.93% ± 0.34 untuk kesadahan. Pada jarak 1.5 cm, efisiensi meningkat signifikan menjadi 77.23% ± 0.69 (penurunan 1258 mg/L dari 5526 mg/L)

untuk TDS dan $71.32\% \pm 0.36$ (penurunan 166 mg/L dari 580 mg/L) untuk kesadahan. Sebaliknya, efisiensi menurun kembali pada jarak 2 cm, masing-masing menjadi $65.01\% \pm 0.28$ dan $61.72\% \pm 0.34$. Rendahnya efisiensi pada jarak 1 cm diduga akibat kontak antar elektroda yang memicu lonjakan arus dan risiko korsleting, sehingga jarak optimum pada penelitian ini adalah 1.5 cm.

Temuan ini sejalan dengan Saputra et al. (2016), yang menyatakan bahwa jarak elektroda mempengaruhi laju transfer elektron dan kestabilan sistem. Jarak yang terlalu dekat memang meningkatkan pembentukan koagulan, namun berisiko menimbulkan hubungan pendek, sementara jarak terlalu jauh menurunkan efisiensi akibat peningkatan hambatan listrik. Boinpally et al. (2023), juga menyampaikan efisiensi penghilangan polutan terendah terjadi saat elektroda terlalu berdekatan, karena flok logam yang terbentuk dapat rusak akibat gaya tarik elektrostatis tinggi. Dengan demikian, menjaga jarak antar elektroda pada titik optimum menjadi kunci dalam meningkatkan efisiensi penyisihan TDS dan kesadahan melalui elektrokoagulasi.

3.3. EFISIENSI PENYISIHAN PADA VARIASI TEGANGAN

Pada percobaan menggunakan variasi tegangan, jarak antar plat yang digunakan yaitu 1.5 cm, karena jarak tersebut merupakan jarak optimal yang didapatkan dari percobaan sebelumnya, sementara waktu proses ditetapkan 60 menit. Variasi tegangan yang digunakan pada penelitian ini yaitu 15 volt, 20 volt dan 25 volt. Efisiensi penyisihan kadar TDS dan kesadahan dengan variasi tegangan ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Efisiensi penyisihan TDS dan kesadahan variasi tegangan dengan jarak plat 1.5 cm dan waktu 60 menit

Hasil menunjukkan bahwa peningkatan tegangan dari 15, 20, hingga 25 volt meningkatkan efisiensi penyisihan TDS masing-masing menjadi $43.75\% \pm 0.14$; $65.32\% \pm 0.28$; dan 80.08%

± 0.20 . Penurunan konsentrasi TDS tercatat dari 5526 mg/L menjadi 3108 mg/L, 1916 mg/L, dan 1100 mg/L. Tren serupa terjadi pada kesadahan, dengan efisiensi berturut-turut sebesar $39.37\% \pm 0.26$; $56.55\% \pm 0.34$; dan $69.43\% \pm 0.26$, serta penurunan konsentrasi dari 580 mg/L menjadi 351 mg/L, 252 mg/L, dan 177 mg/L. Tegangan 25 volt menghasilkan efisiensi tertinggi untuk kedua parameter.

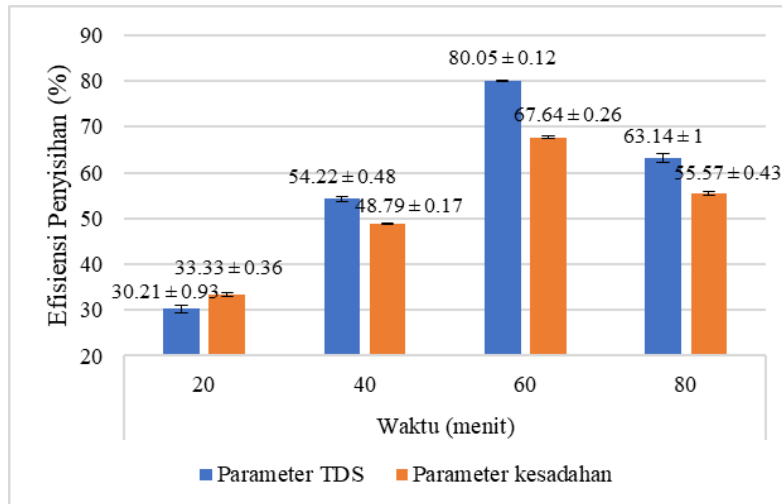
Peningkatan efisiensi ini sebanding dengan naiknya arus listrik akibat tegangan yang lebih tinggi, yang mempercepat pelepasan ion logam dari elektroda ke dalam larutan. Pengamatan visual menunjukkan semakin banyak gelembung halus di elektroda saat tegangan meningkat, menandakan aktivitas elektrokimia yang intensif. Masrullita et al. (2021), menyatakan bahwa semakin tinggi tegangan, semakin banyak ion Al^{3+} yang dilepas di anoda dan ion OH^- di katoda, yang kemudian membentuk koagulan dan flok untuk mengendapkan polutan terlarut, termasuk penyebab kesadahan. Gas hidrogen yang dihasilkan turut membantu pengangkatan flok ke permukaan.

Hal serupa ditemukan oleh Rizki et al. (2024), yang menyatakan bahwa tegangan tinggi meningkatkan koagulasi dan pengendapan ion terlarut, menurunkan kadar TDS dan kesadahan. Namun, kestabilan arus dari power supply juga berperan penting. Arus yang tidak stabil dapat mengganggu konsistensi pelepasan ion, sehingga efisiensi koagulasi menurun. Oleh karena itu, penggunaan power supply yang mampu menjaga kestabilan arus menjadi faktor krusial dalam mendukung efektivitas proses elektrokoagulasi.

3.4. EFISIENSI PENYISIHAN PADA VARIASI WAKTU

Lama waktu kontak menjadi salah satu aspek yang berperan dalam memengaruhi jalannya proses dan efisiensi penyisihan metode elektrokoagulasi. Percobaan pada variasi waktu menggunakan jarak antar plat 1.5 cm dan tegangan 25 volt dikarenakan jarak dan tegangan tersebut merupakan hasil yang optimal pada percobaan yang dilakukan sebelumnya. Variasi waktu yang digunakan pada penelitian ini yaitu 20 menit, 40 menit, 60 menit dan 80 menit.

Efisiensi penyisihan TDS dan kesadahan meningkat seiring bertambahnya waktu kontak dari 20 hingga 60 menit, kemudian menurun pada menit ke-80. Pada 20 menit, efisiensi penyisihan TDS sebesar $30.21\% \pm 0.93$ (3856 mg/L dari 5526 mg/L) dan kesadahan sebesar $33.33\% \pm 0.36$ (357 mg/L dari 580 mg/L). Efisiensi tertinggi dicapai pada 60 menit, yaitu $80.05\% \pm 0.12$ untuk TDS (1102 mg/L) dan $67.64\% \pm 0.26$ untuk kesadahan (210 mg/L). Namun, efisiensi menurun pada menit ke-80 menjadi $63.14\% \pm 1$ (TDS) dan $55.57\% \pm 0.43$ (kesadahan), diduga akibat kejenuhan elektroda. Efisiensi penyisihan TDS dan kesadahan pada variasi waktu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Efisiensi penyisihan TDS dan kesadahan variasi waktu dengan jarak plat 1.5 cm dan tegangan 25 volt

Masrullita et al. (2021), menyatakan bahwa peningkatan waktu kontak umumnya meningkatkan efisiensi penyisihan, namun setelah waktu optimum tercapai, efisiensi menurun akibat terbentuknya flok yang menutupi permukaan elektroda dan menghambat pelepasan ion. Hal serupa dijelaskan oleh Kalsum et al. (2021), bahwa efektivitas elektroda menurun seiring waktu karena keterbatasan kemampuan reduksi kontaminan dan kejenuhan permukaan elektroda. Selama berlangsungnya proses elektrokoagulasi, reaksi kimia yang terjadi pada permukaan elektroda aluminium dapat dijelaskan sebagai berikut:

Proses oksidasi berlangsung di anoda, yang menghasilkan Al^{3+}



Proses reduksi berlangsung di katoda, yang menghasilkan gas hidrogen serta ion hidroksida.



Ion Al^{3+} yang dilepas di anoda akan bereaksi dengan ion OH^- dari katoda membentuk $\text{Al}(\text{OH})_3$ sebagai koagulan yang mampu menangkap partikel terlarut, sedangkan gas H_2 membantu proses pengangkatan flok ke permukaan (Setianingrum et al., 2017).

Pada saat proses elektrokoagulasi berlangsung, terjadi reaksi terhadap kandungan CaCO_3 dalam sampel air sumur payau yaitu sebagai berikut:



Endapan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang terbentuk membantu menurunkan tingkat kesadahan dalam air (Rizki et al., 2024). Hasil awal pengujian menunjukkan kadar TDS sebesar 5526 mg/L, jauh di atas baku mutu menurut Permenkes No. 2 Tahun 2023 (<300 mg/L).

3.5. PENGARUH VARIASI JARAK ANTAR PLAT, TEGANGAN DAN WAKTU PADA PROSES ELEKTROKOAGULASI

Uji statistik dilakukan untuk menganalisis masing-masing pengaruh variasi jarak antar elektroda (1 cm, 1.5 cm, 2 cm), tegangan (15, 20, 25 volt), dan waktu proses (20, 40, 60, 80 menit) terhadap efisiensi penurunan TDS dan kesadahan menggunakan metode elektrokoagulasi. Seluruh data diuji normalitasnya menggunakan Shapiro-Wilk dan homogenitasnya dengan Levene test. Hasil menunjukkan bahwa seluruh data berdistribusi normal ($p > 0.05$), serta bersifat homogen, kecuali data TDS pada variasi tegangan yang menunjukkan nilai $p < 0.05$. Meskipun demikian, uji One-Way ANOVA tetap dapat dilakukan karena asumsi normalitas terpenuhi (Arif et al., 2023).

Berdasarkan uji ANOVA, diperoleh nilai signifikansi < 0.001 untuk semua parameter, baik pada variasi jarak, tegangan, maupun waktu, yang menunjukkan bahwa ketiganya memberikan pengaruh signifikan terhadap efisiensi penyisihan TDS dan kesadahan. Nilai F yang tinggi, seperti 2321.606 (TDS) dan 7899.856 (kesadahan) untuk variasi tegangan, serta 539.298 (TDS) dan 5899.147 (kesadahan) untuk variasi waktu, memperkuat adanya perbedaan signifikan antar perlakuan.

Secara teoritis, jarak elektroda memengaruhi efisiensi melalui pengaturan medan listrik dan pembentukan flok. Jarak yang terlalu dekat berisiko menyebabkan korsleting, sementara jarak yang terlalu jauh meningkatkan hambatan listrik (Saputra dan Hanum, 2016; Boinpally et al., 2023). Tegangan yang lebih tinggi mempercepat pelepasan ion Al^{3+} dan pembentukan $Al(OH)_3$, sehingga meningkatkan efektivitas koagulasi (Jumriadi et al., 2023). Sementara itu, peningkatan waktu reaksi berkontribusi terhadap akumulasi flokulan, namun setelah titik optimum tercapai, efisiensi cenderung stagnan akibat kejenuhan elektroda (Kadier et al., 2022). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jarak elektroda, tegangan, dan waktu reaksi merupakan parameter penting yang memengaruhi keberhasilan proses elektrokoagulasi dalam menurunkan kadar TDS dan kesadahan pada air payau.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan karakteristik air sumur di Pulau Pasaran termasuk dalam kategori air payau. Hasil uji TDS menunjukkan bahwa air sumur Pulau Pasaran mengandung 5526 mg/L sedangkan untuk kesadahan 580 mg/L dan masih jauh dari baku mutu. Metode elektrokoagulasi terbukti efisien dalam menurunkan kadar TDS dan kesadahan pada air payau namun penurunan TDS yang dihasilkan masih berada di atas baku mutu yang sudah

ditentukan pada PERMENKES No. 2 tahun 2023 untuk *hygiene* dan sanitasi. Penurunan tertinggi untuk TDS dari konsentrasi awal 5526 mg/L menjadi 1090 mg/L dengan efisiensi removal 80.28% diperoleh pada perlakuan dengan jarak antar plat 1.5 cm, tegangan 25 volt dan waktu 60 menit. Untuk penurunan kesadahan tertinggi yaitu dari 580 mg/L menjadi 164 mg/L dengan efisiensi removal 71.72% juga diperoleh pada perlakuan dengan variasi yang sama, yaitu jarak antar plat 1.5 cm, tegangan 25 volt dan waktu 60 menit. Setelah dilakukan uji statistik didapatkan hasil uji statistik One-Way ANOVA, dengan nilai p-value < 0,05 untuk masing-masing variabel, yang berarti hipotesis nol (H_0), yaitu bahwa tidak ada pengaruh signifikan dari variabel-variabel tersebut, ditolak. Sebaliknya, hipotesis alternatif (H_1) diterima, yang menunjukkan bahwa variasi jarak antar plat, tegangan, dan waktu benar-benar memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap penurunan kadar TDS dan kesadahan. Penelitian lanjutan yang dapat dilakukan yaitu melakukan perbandingan biaya operasional elektrokoagulasi dengan metode konvensional sehingga dapat dikaji keefektifan penggunaan dari segi biaya dan aplikasi di lapangan.

5. UNGKAPAN

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Institut Teknologi Sumatera atas fasilitas dan dukungan akademik yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Raad, A., Hanafiah, M., Naje, A., Ajeel, M., Basheer, A., Aljayashi, T., dan Toriman, M., (2019), Treatment of Saline Water Using Electrocoagulation with Combined Electrical Connection of Electrodes, *journal processes*, 7(5), hlm. 242. doi: <https://doi.org/10.3390/pr7050242>.
- Ali, M., (2015), Potensi wisata bahari Pulau Pasaran Bandar Lampung. Dalam Prosiding Seminar Nasional Swasembada Pangan Polinela (Bandar Lampung). doi: <https://doi.org/10.25181/proseminas.v0i0.580>.
- Arif., Alfarez, D., dan Ramadhan, M., (2023), Anova dan Tukey HSD Perbandingan Produksi Padi Antara Tiga Kabupaten di Provinsi Jambi, *Jurnal Statistika Universitas Jambi*., 2(1), hlm. 23-31. doi: <https://doi.org/10.22437/multiproximity.v2i1.25908>.
- Ardiansyah, R., Putra, T., Suminar, D., dan Ngatin, A., (2021), Pengaruh Waktu Pada Proses Elektrokoagulasi Air Laut Secara Batch, *Jurnal Fluida Volume*, 14(2), hlm. 65-72. doi: <https://doi.org/10.35313/fluida.v14i2.2828>.

- Boinpally, S., Kolla, A., Kainthola, J., Kodali, R., dan Vemuri, J., (2023), A state-of-the-art review of the electrocoagulation technology for wastewater treatment, *journal water cycle*, 4, hlm. 26-36. doi: <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2023.01.001>.
- Heriani, E., Simanjuntak, W., & Ilim., (2014), Studi pendahuluan pengolahan air payau menjadi air bersih dengan metode kombinasi elektrokoagulasi dan adsorpsi menggunakan karbosil. *Jurnal Sylva Lestari*, 2(1), 1–10. doi: <https://doi.org/10.23960/jsl121-10>.
- Ilmi, W., Asbi, A., & Syam, T., (2021), Identifikasi karakteristik kawasan informal pesisir Kota Bandar Lampung dan kerentanan terhadap dampak perubahan iklim (Studi Kasus : Kelurahan Kota Karang dan Kangkung), *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 17(2), 149–167. doi: <https://doi.org/10.14710/pwk.v17i2.33130>.
- Jumriadi, Bakti, A., & Nugraha, M., (2023), Analisis metode elektrokoagulasi dalam menurunkan kesadahan air sumur dengan variasi jenis elektroda, 16(1).
- Kadier, A., et al., (2022), A state-of-the-art review on electrocoagulation (EC): An efficient, emerging, and green technology for oil elimination from oil and gas industrial wastewater streams, *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100274>.
- Kalsum, L., Fadarina, Meidinariasty, A., Yuliati, S., Syakdani, A., Pratama, B., Alpitansyah, R., Alnafrah, F., & Ismareni, P., (2021), Pengolahan air payau menjadi air bersih menggunakan metode elektrokoagulasi. *Jurnal Kinetika*, 12(1), 1–8. Retrieved from <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>.
- Kusniawati, E., & Budiman, H., (2020), Analisa sifat air injeksi berdasarkan parameter pH, TSS, TDS, DO dan kesadahan. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 11(2), hlm. 9-21.
- Masrullita, Hakim, L., Nurlaila, R., & Azila, N., (2021), Pengaruh waktu dan kuat arus pada pengolahan air payau menjadi air bersih dengan proses elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(1), hlm. 111–122. doi: <https://doi.org/10.29103/jtku.v10i1.4184>.
- Nurhayati, I., & Purwoto, S., (2014), The combination of coagulant aid, ion exchanger, and reverse osmosis (RO) on brackish water treatment. *Journal of Natural Sciences Research*, 4(24), hlm. 45–52. Retrieved from <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JNSR/article/view/18540/19104>.
- Rizki, S., Hakim, L., Azhari, Sulhatun, & Kurniawan, E., (2024), Analisis metode elektrokoagulasi dalam menurunkan kesadahan air sumur (Bukit Indah) menggunakan

- elektroda stainless steel dengan variasi tegangan dan waktu. *Chemical Engineering Journal Storage*, 4(6), hlm. 767–779. doi: <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i6.15230>.
- Saputra, E., & Hanum, F., (2016), Pengaruh jarak antara elektroda pada reaktor elektrokoagulasi terhadap pengolahan effluent limbah cair pabrik kelapa sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(4). doi: <https://doi.org/10.32734/jtk.v5i4.1552>.
- Setianingrum, N., Prasetya, A., dan Sarto., (2017), Pengaruh Tegangan Listrik, Jarak Antar Elektroda dan Waktu Kontak Terhadap Penurunan Zat Warna Remazol Red RB Menggunakan Metode Elektrokoagulasi, *Teknologi Pengelolaan Limbah*, 15, hlm. 147-155. doi: <https://doi.org/10.22146/jrekpros.26900>.
- Sintya, M., (2021), Perbaikan kualitas air payau menggunakan media karbon aktif dan zeolit. Ruwa Jurai: *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(3), hlm. 124–129. doi: <https://doi.org/10.26630/rj.v15i3.3073>.
- Tamim, Y., & Kimberly, E. T., (2005), Overview of desalination techniques. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, (132), hlm. 3-10. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1936-704X.2005.mp132001002.x>.
- Vosooghi-Postindoz, V., Tahmasbi, A., Naserian, A., Valizade, R., & Ebrahimi, H., (2018), Effect of water deprivation and drinking saline water on performance, blood metabolites, nutrient digestibility, and rumen parameters in Baluchi lambs. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 8(3), hlm. 445–565. doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0811>.
- Wijayanto, D., & Sutanto., (2011), Model alat penawar air tanah terintrusi air laut (air payau) dengan proses elektrokoagulasi. *Jurnal Poli-Teknologi*, 10(2). doi: <https://doi.org/10.32722/pt.v10i2.8>.
- Wiyono, M., Adji, T., & Santosa, L., (2020), Analisis ketersediaan airtanah dengan metode statis di Pulau Pasaran. *Media Komunikasi Geografi*, 21(2), hlm. 223–233. Retrieved from <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/MKG/article/view/30259/17288>
- Wowor, B., Hanurawaty, N., & Yulianto, B., (2023), Perbedaan variasi ketebalan media filter arang aktif terhadap penurunan kadar total dissolved solids (TDS). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(1), hlm. 76–83. doi: <https://doi.org/10.14710/jkli.22.1.76-83>.