

Pengolahan Air Sungai Payau Pasca Proses Elektrokoagulasi Menggunakan Metode Adsorpsi

Rozin Dhiyaul Haq¹, Rizki Purnaini¹, Mochammad Meddy Danial²

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

² Program Studi Teknik Kelautan, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

Email: rdhiyaul@gmail.com

Received 16 Juli 2025 | Revised 21 September 2025 | Accepted 18 November 2025

ABSTRAK

Air sungai payau merupakan salah satu air baku yang berpotensi untuk diolah menjadi air bersih. Namun, kadar salinitas yang tinggi menjadi salah satu tantangan air sungai payau untuk dijadikan air bersih. Proses elektrokoagulasi dengan kombinasi adsorpsi menjadi upaya untuk mengolah air sungai payau menjadi air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan parameter dan waktu tinggal terbaik dari proses pengolahan kombinasi dari elektrokoagulasi dan adsorpsi terhadap air payau di Sungai Itik. Penelitian ini merancang bak elektrokoagulasi dengan kapasitas 135 L dan menggunakan plat aluminium sebagai elektroda sebanyak 5 buah anoda dan 5 buah katoda yang dialiri arus listrik sebesar 2 A dan tegangan 5 V. Selanjutnya, air diolah pada tabung filtrasi dengan proses adsorpsi yang menggunakan adsorben zeolit dan karbon aktif. Air sungai payau pada penelitian ini memiliki kadar salinitas sebesar 3,178 ppm, Total Dissolve Solid (TDS) sebesar 2,924 mg/L, pH sebesar 7.74, dan Kekeruhan sebesar 21.64 NTU. Pengolahan kombinasi elektrokoagulasi dan adsorpsi, kadar parameter Salinitas menjadi 2,824 ppm, Total Dissolve Solid sebesar 2,649 mg/L, pH sebesar 7.95, dan kekeruhan sebesar 3,04 NTU. Dengan demikian, pengolahan kombinasi elektrokoagulasi dan adsorpsi belum efektif dalam memperbaiki kualitas air pada parameter Salinitas dengan persentase efektifitas hanya mencapai 11,14 % dan Total Dissolve Solid (TDS) hanya mencapai 9,40% dan air olahan tersebut juga masih belum memenuhi standar mutu air bersih untuk kebutuhan higiene dan sanitasi.

Kata kunci: adsorpsi, air sungai payau, elektrokoagulasi, kualitas air, pengolahan air

ABSTRACT

Brackish river water is one of the raw water that has the potential to be processed into clean water. However, high salinity levels are one of the challenges of brackish river water to be used as clean water. The electrocoagulation process with a combination of adsorption is an effort to treat brackish river water into clean water. This study aims to find the efficiency of parameter reduction and the best residence time of the combined treatment process of electrocoagulation and adsorption on brackish water. This study designed an electrocoagulation basin with a capacity of 135 L and used aluminium plates as electrodes as many as 5 anodes and 5 cathodes which were supplied with an electric current of 2 A and a voltage of 5 V. Furthermore, the water is treated in the filtration tube with an adsorption process using zeolite and activated carbon adsorbents. The brackish river water in this study has a salinity level of 3,178 ppm, Total Dissolve Solid (TDS) of 2,924 mg/L, pH of 7.74, and Turbidity of 21.64 NTU. Combined treatment of electrocoagulation and adsorption, salinity parameter levels to 2,824 ppm, Total Dissolve Solid of 2,649 mg/L, pH of 7.95, and Turbidity of 3.04 NTU. Thus, the combined electrocoagulation and adsorption treatment has not been effective in improving water quality in the Salinity parameter with the percentage of effectiveness only reaching 11.14% and Total Dissolve Solid (TDS) only reaching 9.40% and the processed water also still does not meet the quality standards of clean water for hygiene and sanitation needs.

Keywords: adsorption, brackish river water, electrocoagulation, water quality, water treatment

1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan aliran air permukaan yang panjang dan mengalir secara terus-menerus dari hulu ke hilir. Peran sungai pada suatu daerah sangat penting dan vital terhadap lingkungan di sekitar aliran sungai tersebut, baik bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya Rikat [1]. Salah satu daerah yang memanfaatkan air sungai yakni Desa Sungai Itik, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat. Air dari Sungai Itik digunakan oleh masyarakat sekitar sungai sebagai air untuk kegiatan domestik, irigasi pertanian, hingga budidaya ikan Aprilia [2].

Berdasarkan pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, baku mutu kualitas air pada Sungai Itik termasuk pada air sungai kelas dua (2), karena tidak adanya peraturan yang tertulis dari pemerintah setempat (provinsi maupun kabupaten). Status air sungai kelas 2 tersebut diperuntukkan sebagai prasarana/sarana rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukkan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Namun, sifat dan karakteristik air di Desa Sungai Itik cukup unik, air sungai tersebut berwarna kuning kecokelatan dan apabila wilayah tersebut tidak mengalami hujan selama 1 minggu maka air sungai tersebut menjadi air payau yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut atau yang dikenal juga sebagai fenomena intrusi air laut. Riset di daerah yang sama juga pernah dilakukan oleh Absar [3], yang menyatakan bahwa masyarakat Desa Sungai Itik belum memiliki akses air bersih dari pengolahan terstandar seperti Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) ataupun Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS). Oleh karenanya, masyarakat masih menggunakan air hujan dan air sungai tersebut secara langsung sebagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari. Maka dari itu, perlunya upaya dalam memperbaiki kualitas air sungai payau tersebut sehingga dapat memenuhi standar mutu air. Salah satu upaya dalam perbaikan kualitas air yakni dengan proses pengolahan secara elektrokoagulasi dan adsorpsi.

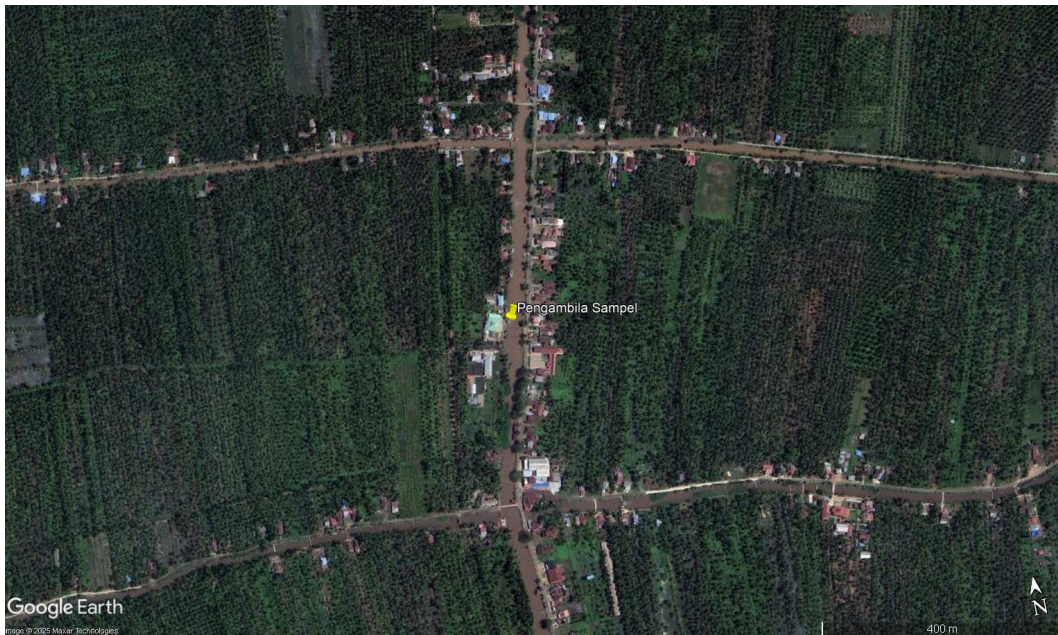
Pengolahan air melalui proses elektrokoagulasi terhadap air sungai payau telah diteliti oleh Daniar [4], dengan variasi tegangan dan waktu perlakuan yang mana pada hasilnya menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi efektif dalam memperbaiki kualitas air, yang ditinjau pada parameter Kekeruhan, *Total Dissolve Solid* (TDS), dan Besi (Fe). Elektrokoagulasi ini juga dapat menyisihkan salinitas pada air sungai payau, seperti yang telah diteliti oleh Kalsum [5]. Efisiensi penyisihan salinitas pada air sungai payau tersebut dapat mencapai 40% dengan variasi waktu kontak dan tegangan listrik. Selain itu, juga ada proses adsorpsi yang dapat membantu meningkatkan kualitas air olahan sebelumnya. Berdasarkan dari penelitian oleh Khotijah [6], pengolahan secara adsorpsi dapat menyisihkan salinitas hingga mencapai 28,84%; TDS mencapai 28,06%; dan *Total Suspended Solid* (TSS) mencapai 88.00% dengan menggunakan adsorben zeolit dan batu apung. Dengan demikian, penelitian ini akan melakukan pengolahan air sungai payau di Sungai Itik melalui proses elektrokoagulasi dengan reaktor skala laboratorium berkapasitas 135 L dan adsorpsi menggunakan adsorben zeolit dan karbon aktif dengan menggunakan tabung filter.

2. METODOLOGI

2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan yaitu metode kuantitatif. Sumber data yang diperlukan pada penelitian ini terbagi menjadi dua yakni data primer dan data sekunder. Data primer tersebut diperoleh dari hasil observasi secara langsung maupun di lapangan. Data yang diperoleh berupa analisis air Sungai Itik. Data primer yang dimaksud, meliputi: kualitas air baku Sungai Itik yang dianalisis secara *in-situ* yaitu salinitas, TDS, derajat keasaman (pH), dan kekeruhan, serta kualitas air sesudah pengolahan elektrokoagulasi dan adsorpsi, dianalisis secara *in-situ* dan parameter yang sama dengan sebelumnya. Sedangkan, untuk data sekunder dari penelitian ini diperoleh dari studi literatur dengan tujuan untuk mendapatkan informasi sebagai penguat kajian analisis pada penelitian sehingga informasi dan tafsiran data pada penelitian ini tidak bias dan tidak mengalami misinterpretasi.

Pengambilan air sampel pada Sungai Itik dilakukan pada saat kadar salinitas air berkisar ± 3000 ppm, yang menandakan bahwa air tersebut sedang dalam kondisi yang payau. Pengambilan air baku ini dilakukan pada saat air sungai dalam kondisi pasang. Prosedur untuk mengambil air sampel ini dengan mengacu pada SNI 6989.57:2008. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

2.2 Rancangan Alat

2.2.1 Elektrokoagulasi

Penelitian ini diawali dengan menyiapkan bak kontainer yang berukuran 135 L dengan ukuran bak yang dijual di pasaran lebar 47 cm, panjang 67 cm, dan tinggi 40 cm. Kemudian dipotong pelat aluminium dengan ketebalan 0,35 mm, pelat aluminium dipotong 10 buah dan sesuai dengan bentuk bak kontainer yang digunakan, pelat diletakkan di dalam bak kontainer dengan jarak 5 cm setiap pelatnya. Sistem pengolahan dengan elektrokoagulasi ini memungkinkan terjadinya reduksi terhadap bahan-bahan organik ataupun akan mempengaruhi terhadap penurunan bahan organik. Proses pengolahan air pada penelitian ini menggunakan air sungai sebagai air baku, kemudian air tersebut diambil untuk dilakukan pengolahan di laboratorium kelautan Universitas Tanjungpura, setelah itu dilakukan proses elektrokoagulasi dengan volume air setengah dari bak 135 L, diharapkan agar *power supply* yang digunakan tidak bekerja dengan tenaga maksimum, dan menghindari dari *overheat*. Tegangan dan arus listrik yang digunakan pada penelitian sebesar 2V 5A. Kemudian air baku dilakukan *running* selama 2 jam, dan setelah waktu *running* selesai, air diberi waktu untuk sedimentasi selama 30 menit, sebelum dimasukkan ke dalam bak adsorpsi. Desain alat terdapat pada Gambar 2.

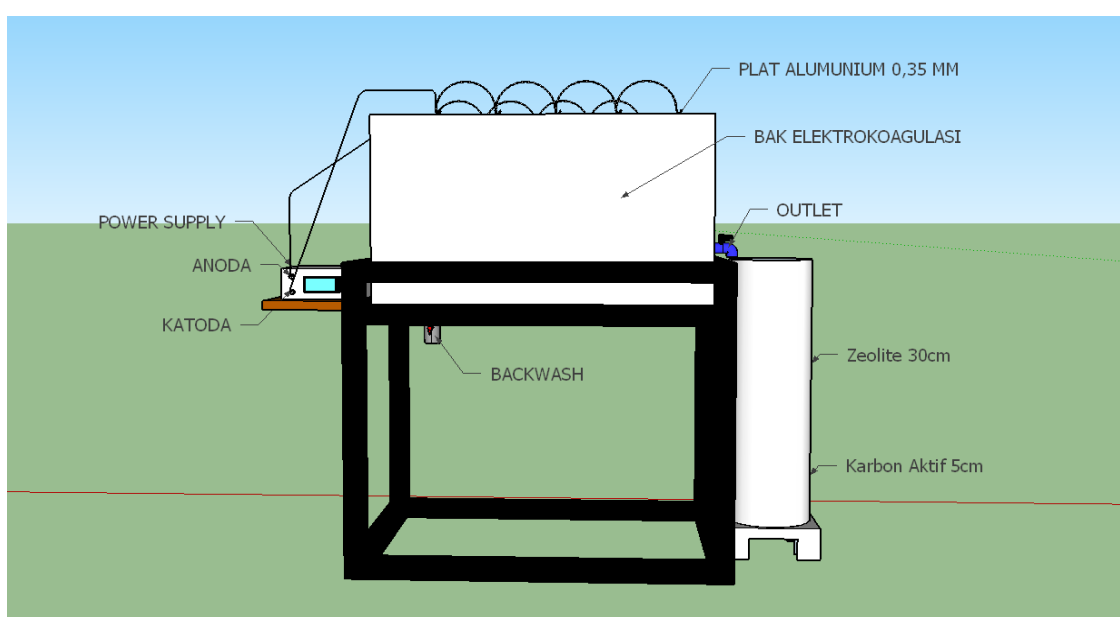
Sebelum dilakukannya elektrokoagulasi, air baku sungai diambil sampel untuk dilakukan secara in-situ dengan parameter salinitas, kekeruhan, TDS, dan pH. Pengambilan sampel awal bertujuan untuk membandingkan dengan Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 Air untuk Keperluan *Higene* dan Sanitasi. Setelah itu, air tersebut di elektrokoagulasi dengan waktu optimum dari penelitian sebelumnya, kemudian diambil sampel kembali untuk dilakukan pengecekan parameter secara in-situ. Langkah ini dilakukan agar diketahui hasil dari pengolahan menggunakan elektrokoagulasi dan digunakan untuk menghitung efisiensi pengolahan.

2.2.2. Proses Adsorpsi

Bak adsorpsi menggunakan pipa berukuran 3inchi dengan tinggi 40cm, kemudian diisi dengan adsorben berupa zeolit, dan karbon aktif, dengan ketebalan tiap media yang berbeda – beda, yaitu zeolite 30 cm,

dan karbon aktif 5 cm. Sebelum digunakan, adsorben harus dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran, debu, atau partikel pengotor yang mungkin masih menempel pada permukaannya, pencucian dengan air biasa ini dilakukan hingga air pencucian yang dihasilkan benar – benar bersih. Selanjutnya air dari hasil elektrokoagulasi dimasukkan ke dalam bak adsorpsi, kemudian pada bak adsorpsi ini diberi variasi waktu tinggal yang berjenjang antara 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Dalam bak adsorpsi ini diharapkan yaitu semakin lama waktu tinggal pada adsorben maka semakin baik pula hasil yang didapatkan, dikarenakan semakin lama pula waktu adsorben dan media filter menyerap polutan yang berada pada air dari hasil pengolahan sebelumnya. Pada pengolahan ini divariasikan waktu tinggal agar didapatkan waktu tinggal yang terbaik dalam menghasilkan parameter yang diharapkan dengan merujuk baku mutu dari Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 Air untuk Keperluan *Higene* dan Sanitasi.

Setelah waktu variasi 30 menit selesai, maka air hasil dari adsorpsi diambil untuk dilakukan pengujian secara *in-situ* dan *ex-situ*, sama halnya dengan variasi waktu 45 dan 60 menit, dilakukan hal yang serupa dengan variasi waktu 30 menit. Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada proses ini. Kemudian hasil parameter yang telah didapatkan pada pengolahan adsorpsi ini dihitung untuk mengetahui efisiensinya. Desain alat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Alat

2.3 Analisis Data

2.3.1 Efisiensi Pengolahan

Analisis data dilakukan untuk memperoleh efisiensi pengolahan. Data diperoleh dari hasil uji *in-situ* parameter salinitas, kekeruhan, TDS, dan Derajat Keasaman (pH) sebelum dan sesudah pengolahan yang dilakukan. Pengolahan data menggunakan *software* Microsoft Excel dan akan disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.

$$E_{ff} (\%) = \frac{\text{hasil awal (A)} - \text{hasil akhir (B)}}{\text{hasil awal (A)}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

$E_{ff} (\%)$ = Nilai efisiensi pengolahan

A = Kadar parameter sebelum pengolahan

B = Kadar parameter sesudah pengolahan

Analisis data kualitas air ini mencakup perbandingan antara kualitas air baku dengan air hasil olahan dari *outlet* pengolahan menggunakan persamaan rumus (1). Sehingga dapat diketahui berapa besar penurunan parameter salinitas, kekeruhan, TDS, pH, pada air hasil olahan.

2.3.2 Uji Beda

Uji beda melihat hubungan antara waktu tinggal dan parameter yang dihasilkan dalam sebuah penelitian bertujuan untuk menentukan apakah ada hubungan yang signifikan antara waktu tinggal dengan parameter yang dihasilkan. Pada penelitian ini, uji beda yang digunakan adalah *One Way Analysis of Variance* (ANOVA) yang bertujuan untuk melihat rata – rata parameter yang dihasilkan pada waktu tinggal yang berbeda, dan waktu tinggal akan dibagi menjadi beberapa kelompok untuk menentukan apakah adanya perbedaan yang signifikan antara waktu tinggal tersebut. Dengan dilakukannya uji statistik ini, hasilnya akan dijabarkan dengan bentuk tabel beserta penjelasannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Air Sungai Payau

Air sungai payau yang diperoleh dari Sungai Itik, dianalisis untuk mengetahui karakteristik air sungai yang akan diolah. Parameter yang diuji mencakup Salinitas, TDS, Derajat Keasaman (pH), dan Kekeruhan. Parameter tersebut dikaji yang mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui kualitas air baku tersebut yang digunakan sebagai kebutuhan sehari-hari oleh masyarakat setempat. Karakteristik sampel air Sungai Itik dijabarkan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Awal Sampel Air Sungai

No	Parameter	Satuan	Nilai	Baku Mutu ¹	Standar Mutu Air Untuk Keperluan Higene dan Sanitasi ²
1	Kekeruhan	NTU	21,64	-	<3
2	Derajat Keasaman (pH)	-	7,74	6-9	6,5-8,5
3	TDS	mg/L	2924	1000	<300
4	Salinitas	mg/L	3178	-	-

Sumber: Hasil Uji, 2024

Keterangan:

¹ = Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan, Lampiran VI Baku Mutu Air Nasional, Air Sungai Kelas 2

² = Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan

Berdasarkan hasil uji awal sampel air Sungai Itik, dapat diketahui karakteristik air sungai. Nilai pH 7,74 menunjukkan bahwa air bersifat netral yang mengarah pada sifat basa. pH yang ideal untuk air minum biasanya berkisar antara 6,5 hingga 8,5. Nilai pH ini menunjukkan bahwa air di Sungai Itik tidak terlalu asam atau basa, yang baik untuk kesehatan dan ekosistem. TDS sebesar 2924 mg/L menunjukkan bahwa air ini memiliki konsentrasi zat terlarut yang tinggi.

Tingginya kadar TDS disebabkan oleh intrusi air laut yang membuat parameter ini menjadi tinggi. TDS yang tinggi dapat mempengaruhi rasa air dan dapat menunjukkan adanya pencemaran. Baku mutu untuk TDS dalam air biasanya tidak lebih dari 300 mg/L, sehingga kadar ini jauh melebihi batas yang disarankan, yang dapat berpotensi berbahaya bagi kesehatan jika digunakan. Salinitas sebesar 3178 ppm menunjukkan bahwa air ini tergolong air payau, karena air payau umumnya memiliki salinitas antara 1000 hingga 5000 ppm. Kadar salinitas yang tinggi dapat mempengaruhi kehidupan akuatik dan penggunaan air untuk irigasi atau konsumsi.

Kualitas air Sungai Itik belum memenuhi persyaratan baku mutu air kelas 2 apabila mengacu pada Baku Mutu Air Nasional, Air Sungai pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 hal ini dikarenakan untuk parameter TDS sebesar 2.924 mg/L melebihi baku mutu yang ditetapkan

dengan nilai sebesar 1.000 mg/L. Namun, tidak adanya peraturan tertulis oleh pemerintah daerah setempat, air sungai tersebut tetap diklasifikasikan sebagai air sungai kelas 2.

Di sisi lain, apabila meninjau dari standar mutu air untuk keperluan higiene dan sanitasi, air sungai tersebut belum memenuhi standar untuk penggunaan air tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan kadar TDS sebesar 2.924 mg/L yang melebihi standar mutu dengan batas kadar yakni <300 mg/L, serta kadar kekeruhan sebesar 21,64 mg/L yang melebihi standar mutu dengan batas kadar yakni <3 mg/L. Secara fisik air sungai ini memiliki warna kecokelatan dan memiliki rasa yang payau, hal ini dikarenakan air Sungai Itik ini pasang surutnya dipengaruhi oleh air laut yang ada di daerah tersebut. Sampel awal dapat dilihat pada Gambar 2.

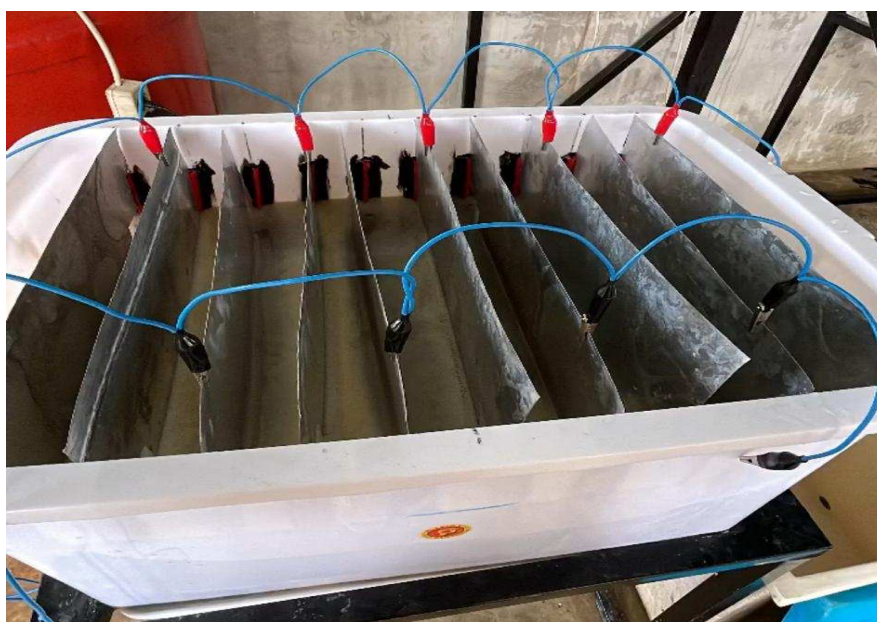


Gambar 2. Sampel Awal Air Sungai

3.2 Pengolahan Air Sungai

3.2.1 Proses Elektrokoagulasi

Pengolahan air sungai payau menggunakan metode elektrokoagulasi yang dilakukan dengan reaktor yang dirancang memiliki kapasitas 135 L dan menggunakan plat aluminium (Al) sebanyak 10 buah dengan masing-masing plat katoda dan plat anoda sebanyak 5 buah. Dimensi plat yang digunakan yakni sebesar 47 x 40 cm dengan ketebalan plat sebesar 0.35 mm. Jarak yang digunakan antar platnya sebesar 5 cm. Variabel kontrol yang ditetapkan yakni tegangan dan arus listrik, dengan masing-masing besaran 5 V untuk tegangan dan 2 A untuk arus listrik. Variabel bebas pada proses elektrokoagulasi tersebut yakni 60 menit, 120 menit, dan 180 menit. Adapun untuk rancang bangun unit pengolahan elektrokoagulasi ini, dapat dilihat melalui Gambar 3.



Gambar 3. Rancang Bangun Unit Pengolahan Elektrokoagulasi

Adapun untuk hasil pengolahan pada proses elektrokoagulasi ini, dijabarkan sebagai berikut.

Tabel 2 Hasil Pengolahan Air Sungai Payau pada Proses Elektrokoagulasi

No	Parameter	Satuan	Sampel Awal	Hasil Pengolahan Terbaik (120 Menit)	Persentase Efisiensi Penyisihan	Standar Mutu Air untuk Higiene dan Sanitasi ¹
1.	TDS	mg/L	2924	3133	-	<300
2.	pH	-	7,74	4,7	-	6,5-8,5
3.	Kekeruhan	NTU	22,95	22,9	0,21%	<3
4.	Salinitas	ppm	3178	3166	0,36%	-

¹= Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan

Berdasarkan pada Tabel 2, dapat diketahui bahwa proses elektrokoagulasi kurang mampu untuk memperbaiki kualitas air sungai payau secara signifikan. Adanya ketidakstabilan kadar pada tiap parameter dan kondisi derajat keasaman pada air olahan menjadi lebih asam dengan nilai sebesar 4.7 dan kadar TDS yang semakin meningkat dengan nilai sebesar 3133, serta penyisihan kadar kekeruhan dengan persentase efisiensi hanya mencapai 0.21% dan Salinitas dengan persentase efisiensi hanya mencapai 0.36%.

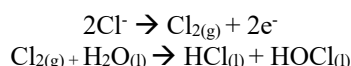
Ketidakstabilan atau kecilnya persentase efisiensi dari pengolahan elektrokoagulasi mengindikasikan bahwa terjadinya ketidakoptimalan pada proses elektrokoagulasi. Beberapa aspek yang memengaruhi ketidakstabilan elektrokoagulasi ini di antaranya: pasivitas plat, efek kompetisi, dan kandungan suatu zat di dalam larutan yang kompleks. Pasivitas plat atau plat yang mengalami kejenuhan oleh adanya flok yang menempel pada permukaan plat, sehingga menghambat pembentukan ion logam di anoda dan ion OH⁻ di katoda, yang mana berefek pada semakin sedikitnya koagulan yang dapat terbentuk.

Faktor lain yang menyebabkan efisiensi penyisihan mengalami penurunan selama proses elektrokoagulasi yaitu kandungan pencemar pada air yang begitu kompleks, seperti pada air payau yang mengandung garam dominan seperti NaCl dan jenis garam lainnya. Meningkatnya konsentrasi kandungan senyawa lain dalam suatu air olahan yang mana memiliki afinitas yang tinggi terhadap ion positif (M⁺), maka akan menurunkan kapasitas adsorpsi dan pembentukan alumina hidrat (koagulan). Dengan demikian, terjadinya efek kompetisi antar senyawa yang terkandung dalam limbah yang memungkinkan penurunan efisiensi penyisihan pada proses elektrokoagulasi ini. Pada reaksi oksidasi, hal yang terjadi pada kedua plat dijabarkan sebagai berikut.

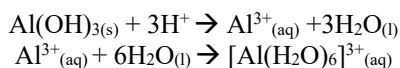


Arus listrik dari *power supply* mengalirkan elektron ke elektroda, sehingga pada keping anoda akan terjadi proses oksidasi dan pada bagian katoda akan terjadi proses reduksi. Arus listrik tidak terakumulasi dalam larutan selama proses elektrokoagulasi, melainkan energinya berpindah melalui elektron yang dialirkan. Selama arus listrik tetap diberikan pada proses elektrokoagulasi, maka pertukaran elektron dan proses oksidasi-reduksi akan terus terjadi. Pada proses elektrokoagulasi ini, terdapat dua ion positif yang akan bereaksi, yakni Al³⁺ dari oksidasi anoda dan Na⁺ yang mungkin sudah ada dalam larutan sebagai elektrolit pendukung. Ion Al³⁺ lebih unggul dalam reaktivitas pembentukan flok karena memiliki muatan yang lebih besar (+3) dibandingkan Na⁺ (+1), sehingga daya tariknya lebih kuat terhadap partikel koloid negatif Vasudevan [9].

Di sisi lain, dalam hal jumlah, keberadaan ion Na^+ yang melimpah (terutama pada air dengan salinitas tinggi) dapat menyebabkan adanya efek kompetisi dalam mengikat ion OH^- dan cukup mengganggu pembentukan alumina hidrat ($\text{Al}(\text{OH})_3$) sebagai koagulan utama Fahmi & Sari [10]. Koagulan ini sejatinya akan membentuk flok yang akan saling bertumbukan dengan zat pengotor. Tumbukan antar flok menyebabkan berat jenis flok meningkat sehingga dapat terbentuk endapan García-García [8]. Namun, dengan terganggunya pembentukan koagulan tersebut akibat kompetisi dari ion lain, maka efisiensi penyisihan zat pengotor dapat menurun Fahmi & Sari [10]. Seiring dengan hidrolisis ion Na^+ pada NaCl terjadi dengan jumlah yang banyak, hal ini juga membuat konsentrasi ion Cl^- pada larutan juga semakin meningkat. Ion Cl^- pada reaksi elektrokoagulasi dengan tegangan listrik 5V dan arus 2A, memungkinkan terjadinya pembentukan gas klorida (Cl_2). Namun, secara singkat gas klorida ini akan mengalami hidrolisis kembali karena reaksinya dengan air sehingga membentuk asam klorida dan asam hipoklorit. Hal ini menyebabkan derajat keasaman pada air olahan menjadi lebih asam. Adapun reaksi oksidasinya dijabarkan sebagai berikut.



Pada kondisi yang lebih asam, koagulan alumina hidrat yang terbentuk dapat terganggu atau terhidrolisis kembali oleh ion H^+ . Selain itu juga dapat membentuk suatu kompleks akuo yakni $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ yang bersifat asam. Adapun reaksinya dijabarkan sebagai berikut.



Dengan demikian, keseluruhan reaksi yang terjadi pada proses elektrokoagulasi ini menyebabkan air menjadi lebih asam karena pembentukan asam yang ditunjukkan juga dengan nilai pH sebesar 4.7, air mengandung banyak ion-ion yang ditunjukkan dengan nilai TDS yang semakin meningkat daripada air sebelum diolah. Sehubungan dengan hal tersebut, kekeruhan dan salinitas menurun dengan persentase efisiensi yang sangat kecil. Hasil dari pengolahan air sungai payau menggunakan elektrokoagulasi selanjutnya dilakukan proses pengendapan sementara (sedimentasi), sehingga endapan tertinggal di bagian bawah bak elektrokoagulasi dan air olahan selanjutnya dialirkan ke proses pengolahan adsorpsi.

3.2.2 Proses Adsorpsi

Setelah dilakukannya pengolahan menggunakan proses elektrokoagulasi, air tersebut diolah lagi dengan menggunakan metode adsorpsi sebagai metode lanjutan karena hasil dari proses elektrokoagulasi masih belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.

Proses adsorpsi ini bertujuan untuk menyaring flok yang terbentuk dari proses elektrokoagulasi maupun mengikat kotoran-kotoran lainnya. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini berupa zeolit dan karbon aktif. Proses pengolahan adsorpsi ini menggunakan pipa berukuran 3 inci dengan tinggi pipa 60 cm, yang berisikan adsorben zeolit dan karbon aktif dengan ketebalan masing-masing 30 cm dan 5 cm, dengan menggunakan waktu tinggal selama 30, 45, dan 60 menit. Sebelum dilakukan pengujian, dilakukan preparasi bahan dengan mencuci hingga bersih adsorben agar tidak merusak hasil dari pengolahan air sungai ini. Alat yang digunakan untuk proses adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat Adsorpsi

Pengujian air dari hasil olahan proses adsorpsi ini dilakukan secara in-situ (langsung) dengan pengulangan 3 kali setiap variasi waktu, hasil yang didapat kemudian dirata-ratakan. Hasil rata-rata proses elektrokoagulasi dan adsorpsi dari masing-masing pengujian sampel dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Uji Air Sungai Proses Elektrokoagulasi dan Adsorpsi

No	Parameter	Satuan	Hasil				Standar Mutu Air untuk Kebutuhan Higene dan Sanitasi ¹
			Elektrokoagulasi		Adsorpsi		
			120	30	45	60	
1	Kekeruhan	NTU	22,9	14,29	3,68	3,04	<3
2	pH	-	4,7	7,63	7,67	7,95	6,5-8,5
3	TDS	mg/L	3133	2712	2653	2649	<300
4	Salinitas	mg/L	3166	3114	3046	2824	-

¹= Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan

Berdasarkan pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa proses adsorpsi dapat memperbaiki kualitas air olahan dari proses elektrokoagulasi yang ditunjukkan dengan menurunnya kadar-kadar pada parameter yang dipantau. Parameter kekeruhan mengalami penurunan yang signifikan dari pengolahan secara adsorpsi dengan pengurangan kadar hingga mencapai 19.86 NTU pada kontrol waktu 60 menit, sehingga kadar terendah pada *output* pengolahan yakni 3.04 NTU. Apabila meninjau dari standar mutu air untuk kebutuhan higiene dan sanitasi, kadar ini masih belum memenuhi namun dengan selisih yang sangat kecil yakni 0.04 NTU.

Derajat Keasaman (pH) pada air olahan dapat dinetralkan, yang sebelumnya air dari hasil pengolahan elektrokoagulasi bersifat asam (nilai pH 4.7) menjadi berada pada rentang 6.5 – 8.5. Apabila meninjau dari standar mutu untuk kebutuhan higiene dan sanitasi, derajat keasaman pada air olahan telah memenuhi standar. Dengan demikian, proses pengolahan secara adsorpsi menggunakan adsorben zeolit dan karbon aktif dapat memperbaiki kualitas air sungai payau dan memenuhi persyaratan standar mutu air.

TDS juga mengalami penurunan kadar hingga 484 mg/L pada kontrol waktu 60 menit, sehingga kadar terendah pada *output* pengolahan yakni sebesar 2649 mg/L. Namun, apabila meninjau dari standar mutu air untuk kebutuhan higiene dan sanitasi yang dipersyaratkan, kadar TDS pada air olahan masih belum memenuhi standar mutu tersebut. Dengan demikian, pengolahan secara elektrokoagulasi dan adsorpsi tidak dapat memperbaiki kualitas air hingga memenuhi standar mutu yang dipersyaratkan.

Parameter salinitas juga mengalami penurunan kadar hingga 342 ppm pada kontrol waktu terlalu lama yakni 60 menit sehingga kadar terendah pada *output* pengolahan yakni 2824 ppm. Kadar salinitas tidak diatur dalam standar mutu untuk kebutuhan higiene dan sanitasi, namun tingkat salinitas yang tinggi ini tetap memberikan pengaruh secara langsung maupun tidak langsung. Adapun tingkat efisiensi pengolahan dari air hasil olahan elektrokoagulasi melalui adsorpsi, dijabarkan melalui Tabel 4. sebagai berikut.

Tabel 4. Efisiensi Penyisihan Air Olahan Elektrokoagulasi Melalui Adsorpsi

No	Parameter	Elektrokoagulasi - Adsorpsi		
		30 Menit	45 Menit	60 Menit
1	Kekeruhan	37.60%	83.93%	86.72%
2	pH	-	-	-
3	TDS	13.44%	15.32%	15.45%
4	Salinitas	1.64%	3.79%	10.80%

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi pada Tabel 4., dapat diketahui bahwa proses adsorpsi dapat meningkatkan perbaikan kualitas air dari hasil olahan proses elektrokoagulasi. Pada proses adsorpsi ini, dapat menurunkan hingga 86.72% untuk kadar kekeruhan, 15.45% untuk TDS, dan 10.80% untuk kadar salinitas, serta menetralkan Derajat Keasaman (pH) terhadap air hasil olahan elektrokoagulasi.

3.2.3 Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi Terhadap Penurunan Kualitas Air

Pengolahan air menggunakan adsorpsi pada ketiga waktu kontak (30, 45, dan 60 menit) penurunan konsentrasi terhadap parameter kekeruhan, pH, TDS dan salinitas. Efisiensi penurunan parameter pada ketiga waktu kontak yang dianalisis dengan Uji ANOVA pada Tabel 5. mendapatkan hasil yang tidak signifikan $> 0,05$ yang membuktikan bahwa variabel memberikan bukti tidak nyata terhadap perubahan parameter pada pengujian yang dilakukan.

Tabel 4. Uji ANOVA Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi terhadap Perbaikan Kualitas Air

		<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	F	Sig.
Hasil Adsorpsi	<i>Between Groups</i>	107919	2	53959.5	0.034	0.967
	<i>Within Groups</i>	23983993	15	1598932.867		
	<i>Total</i>	24091912	17			

Waktu kontak yang digunakan dalam penelitian ini tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kurangnya waktu kontak yang digunakan, dan kurangnya efisiensi adsorben yang digunakan sehingga hasil yang diperoleh tidak terlalu signifikan.

4. KESIMPULAN

Proses pengolahan air sungai payau dengan menggunakan elektrokoagulasi dan adsorpsi dapat menyisihkan Kekeruhan hingga mencapai 86,75%, TDS hingga mencapai 9,40%, salinitas hingga mencapai 11,14%, serta mampu menetralkan Derajat Keasaman (pH), sehingga pengolahan kombinasi elektrokoagulasi dan adsorpsi ini dapat memperbaiki kualitas air sungai payau walaupun masih belum dapat memenuhi standar mutu air bersih untuk *higiene* dan sanitasi. Waktu tinggal proses adsorpsi pada penelitian ini yaitu 60 menit karena penyisihan kadar tiap parameter yang tertinggi berada pada waktu tersebut.

Adapun saran untuk kebaruan penelitian dari hasil penelitian yang telah dilakukan, yakni variasi terhadap tegangan listrik pada elektroda juga perlu dilakukan sejalan dengan variasi waktu tinggal pada proses sehingga sifat dan karakteristik dari respon air sungai payau pada saat diolah dapat dikaji lebih baik; Perlunya untuk mengkaji terhadap parameter seperti Ion Natrium (Na⁺), Ion Klorida (Cl⁻), Ion Magnesium (Mg²⁺), dan jenis logam alkali lainnya, sehingga kelimpahan ion yang terkandung dapat

diketahui secara lebih jelas dibandingkan hanya dengan *Total Dissolve Solid* yang mewakili jumlah keseluruhan partikel/ion yang terkandung dalam air, sehingga dapat dipertimbangkan perlakuan awal maupun pemilihan elektroda yang tepat dalam proses elektrokoagulasi; Variasi jenis dan ketebalan adsorben serta waktu tinggal adsorpsi perlu dirancang menjadi lebih variatif sehingga kajian pada terhadap proses adsorpsi terhadap air sungai payau lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rikat L, S., & Basyaiban, M. K. (2022). Sejarah Pencemaran Sungai Jeneberang Sulawesi Selatan 2013-2021. *Environmental Pollution Journal*, 2(3).
- [2] Aprillia, R., Pramadita, S., & Saziati, O., (2023). Analisis Kualitas Air Di Sungai Itik Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 12(1), 80.
- [3] Abshar, K., Purnaini, R., Mochammad, D., & Danial, M. (2023). Perancangan *Multiple Tray Aerator* Sebagai *Pretreatment* Proses *Reverse Osmosis* untuk Pengolahan Air Baku Sungai Itik Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah (Vol. 11, Nomor 2)*.
- [4] Daniar, E. S. (2022). Pengaruh Tegangan dan Waktu Pada Peningkatan Kualitas Air Sungai Sebagai Air Bersih dalam Proses Elektrokoagulasi.
- [5] Kalsum, L., Fadarina, Meidinariasty, A., Yuliati, S., Syakdani, A., Pratama, M. B., Alpitansyah, R. B., Alnafrah, F., & Ismareni, P. (2021). Pengolahan air payau menjadi air bersih menggunakan metode elektrokoagulasi. *Jurnal Kinetika*, 12(1), 1–8. <https://iptek.its.ac.id/index.php/joe/article/view/10026>.
- [6] Khotijah, S., Irfan, M., & Muchdar, F. (2020). Komposisi Nutrisi Pada Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii* (Nutritional Composition of Seaweed *Kappaphycus alvarezii*). *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 13(2), 139–146.
- [7] Hakizimana, J. N., Gourich, B., Chafi, M., Stiriba, Y., Vial, C., Drogui, P., & Naja, J. (2017). Electrocoagulation process in water treatment: A review of electrocoagulation modeling. *Water*, 9(5), 337. <https://doi.org/10.3390/w9050337>
- [8] García-García, A., Larios-Galván, A. J., & Vázquez-García, A. (2021). A review on the electrocoagulation process for the treatment of wastewater. *Reviews in Chemical Engineering*, 37(5), 567-603. <https://doi.org/10.1515/revce-2018-0091>
- [9] Vasudevan, S., Lakshmi, J., & Sozhan, G. (2021). Electrocoagulation for the treatment of wastewater: A comprehensive review of the state of the art. *Journal of Environmental Management*, 278, 111478. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111478>
- [10] Fahmi, A. Z., & Sari, V. M. (2023). Pengaruh tegangan dan waktu kontak terhadap pengolahan limbah cair laundry dengan elektrokoagulasi. *Prosiding Seminar Nasional Soebardjo Brotohardjono*, 15, 14. Diperoleh dari <https://snsb.upnjatim.ac.id/index.php/snsb/article/view/14>