

## **PENURUNAN KADAR BOD, COD DAN TURBIDITAS LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK MELALUI METODE KOMBINASI PRETREATMENT FILTRASI ADSORPSI DAN ELEKTROKOAGULASI**

**MUHAMMAD AKBAR FEBRIANTO<sup>1</sup>, AKBAR SUJIWA<sup>2</sup>, MOCH SHOFWAN<sup>3</sup>, DIAN MAJID<sup>1\*</sup>**

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas PGRI Adi Buana, Surabaya, Indonesia
2. Program Studi Teknik Elektro, Universitas PGRI Adi Buana, Surabaya, Indonesia
3. Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas PGRI Adi Buana, Surabaya, Indonesia

Email : [majid@unipasby.ac.id](mailto:majid@unipasby.ac.id)

### **ABSTRAK**

*Limbah cair industri batik pada Industri Batik X di Kampung Batik Jetis, Jln P. Diponegoro, Lemah Putro, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, mengandung zat pencemar seperti BOD dan COD. Sebagai solusi, metode kombinasi Pretreatment Adsorpsi dan Elektrokoagulasi diajukan sebagai alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode kombinasi tersebut. Untuk proses Pretreatment Adsorpsi, digunakan reaktor model kontinu, sementara Elektrokoagulasi diterapkan dengan sistem batch. Penelitian dilakukan dengan variasi tegangan: 5; 7,5; 10; dan 12,5 V. Hasilnya, metode kombinasi ini berhasil menurunkan kadar BOD, COD, dan Turbiditas pada limbah cair industri batik. Efisiensi terbaik diperoleh pada tegangan 12,5 Volt untuk BOD dengan konsentrasi akhir mencapai 200,5 mg/L (efisiensi 85,19%) dan Turbiditas akhir mencapai 1,25 NTU (efisiensi 99,92%). Sedangkan untuk COD, penurunan optimal tercapai pada tegangan 10 V dengan COD akhir sebesar 445,5 mg/L (efisiensi 87,15%).*

**Kata kunci:** Limbah cair industri batik, Pretreatment Adsorpsi, Elektrokoagulasi.

### **ABSTRACT**

*The wastewater from the batik industry at Industri Batik X in Kampung Batik Jetis, Jln P. Diponegoro, Lemah Putro, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, contains pollutants such as BOD and COD. As a solution, a combination of Pretreatment Adsorption and Electrocoagulation methods is proposed as an alternative. This research aims to evaluate the effectiveness of this combined method. For the Pretreatment Adsorption process, a continuous model reactor was used, while Electrocoagulation was applied with a batch system. The study was conducted with variations in voltage: 5 Volts, 7.5 Volts, 10 Volts, and 12.5 Volts. The results show that this combined method successfully reduced the levels of BOD, COD, and Turbidity in the wastewater from the batik industry. The best efficiency was achieved at 12.5 Volts for BOD, with a final concentration of 200.5 mg/L (85.19% efficiency), and a Turbidity of 1.25 NTU (99.92% efficiency). Meanwhile, for COD, the optimal reduction was reached at 10 Volts, resulting in a final COD concentration of 445.5 mg/L (87.15% efficiency).*

**Keywords:** Batik industrial liquid waste, Adsorption Pretreatment, Electrocoagulation.

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia, dengan keragaman adat dan budayanya, telah menghasilkan berbagai jenis seni, salah satunya adalah batik. Sejak diakui oleh UNESCO pada tahun 2009, batik telah semakin menunjukkan eksistensinya sebagai warisan budaya (UNESCO, 2009). Dengan variasi ciri khas berdasarkan daerah asalnya, batik menjadi cerminan dari kepercayaan dan keyakinan lokal masyarakat di daerah tersebut. Sidoarjo, yang terkenal dengan Kampung Batik Jetis, merupakan salah satu pusat produksi batik di Jawa Timur (Aniyah, 2019). Meskipun produksi batik di sana telah mendukung perekonomian masyarakat, tetapi ada masalah signifikan yang muncul: limbah cair. Seperti yang dicatat oleh Murniati dkk. (2015), proses produksi batik menghasilkan limbah cair yang mengandung zat pencemar berbahaya, sehingga mengakibatkan nilai COD, BOD dan turbiditas menjadi tinggi. Hal ini menjadi sangat mendesak untuk menurunkan kadar COD, BOD, dan turbiditas karena pencemaran ini dapat memiliki dampak serius pada lingkungan dan kesehatan biota maupun masyarakat setempat. Oleh karena itu, diperlukan metode yang tepat dan efisien dalam mengatasi permasalahan lingkungan yang semakin mengkhawatirkan ini.

Beberapa metode telah diusulkan untuk mengatasi masalah limbah cair. Diantara adalah dengan menggunakan teknologi koagulasi (Nurhayati dkk., 2020), oksidasi (Dian dan Il-Kyu, 2018; Laksono dkk, 2022; D. Majid dkk, 2019, 2021; D. Majid dan Prabowo, 2022), biofilter (Al Kholif dkk., 2022) dan fitoremediasi (Tuye dkk., 2023). Sementara metode filtrasi telah terbukti efektif dalam mengurangi sejumlah besar kontaminan dari limbah cair (Sulistiyanti dkk., 2018). Namun, kekurangan dari metode-metode ini adalah waktu yang diperlukan dalam proses pengolahan.

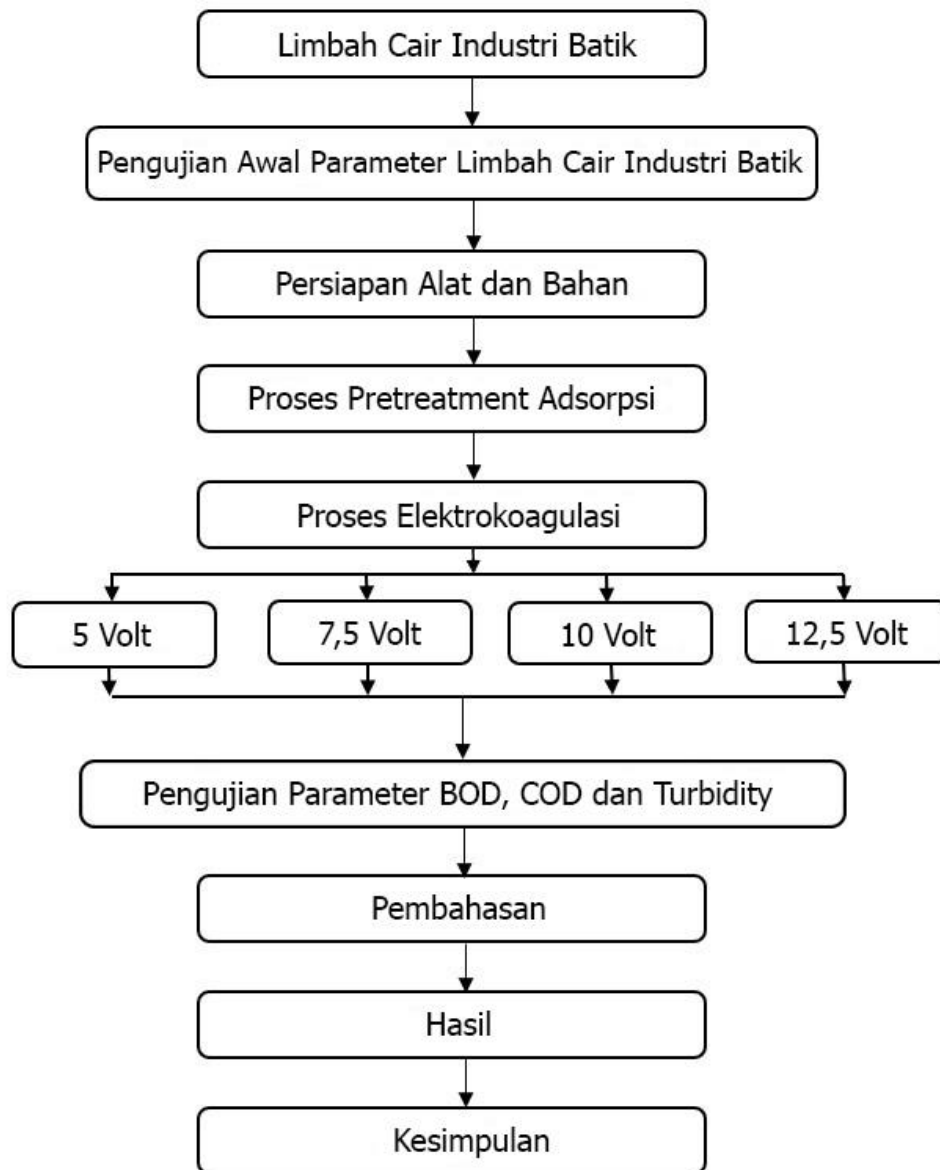
Elektrokoagulasi, seperti yang ditunjukkan oleh Fauzi dkk. (2019), menawarkan solusi yang lebih cepat dan efisien, dengan efisiensi penurunan BOD dan COD pada limbah batik masing masing hingga 97,30% dan 94,01%. Tetapi, karena karakteristik limbah cair batik yang pekat, ada kebutuhan untuk pretreatment. Penelitian Secha dkk. (2019), menunjukkan bahwa metode adsorpsi menggunakan zeolit bisa menjadi solusi pretreatment yang efektif, dengan efisiensi penurunan BOD, COD, dan Fe yang signifikan. Mengingat keberhasilan kedua metode tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkombinasikan adsorpsi dan elektrokoagulasi sebagai upaya komprehensif dalam mengatasi limbah cair batik. Diharapkan, kombinasi kedua metode ini dapat menghasilkan solusi yang lebih efektif dan efisien dalam menangani isu pencemaran yang ditimbulkan oleh industri batik.

## 2. METODE

Pada penelitian ini sampel air limbah yang digunakan berasal dari industri batik skala rumah tangga di Jalan P. Diponegoro, Lemah Putro, Lemahputro, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo. Penelitian ini dilakukan secara pre dan post-test untuk mengetahui perbandingan kadar sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan. Tahapan pada penelitian ini terdapat pada Gambar 1.

Setelah menentukan sampel air lalu tahap selanjutnya melakukan pengambilan sampel air dan melakukan uji awal parameter BOD, COD dan Turbiditas. Uji awal dilakukan untuk mengetahui apakah sampel air limbah batik memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019. Setelah dilakukan uji awal air limbah akan diolah menggunakan metode kombinasi pretreatment adsorpsi dan elektrokoagulasi. Kombinasi metode yang dilakukan diharapkan mampu menambah efektifitas penurunan limbah cair

batik dan meringankan proses elektrokoagulasi karena limbah cair batik yang mempunyai karakteristik yang pekat dan kental.

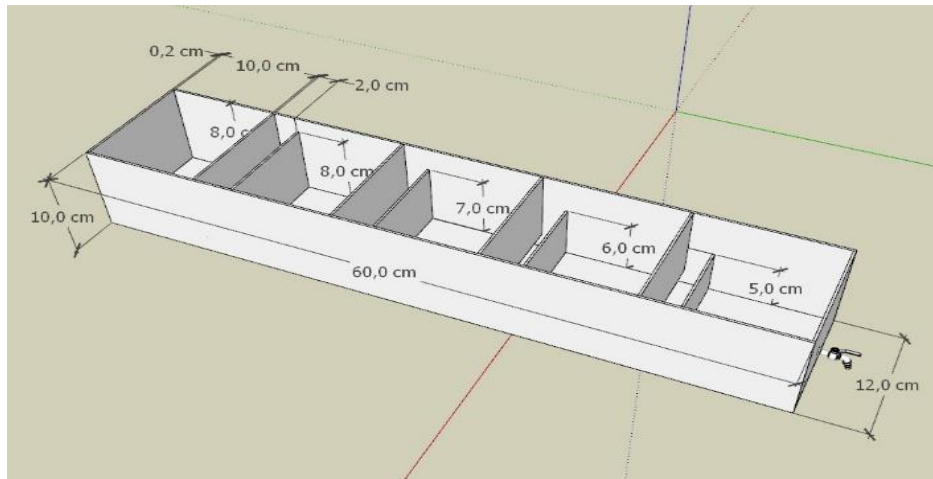


**Gambar 1. Tahapan Penelitian**

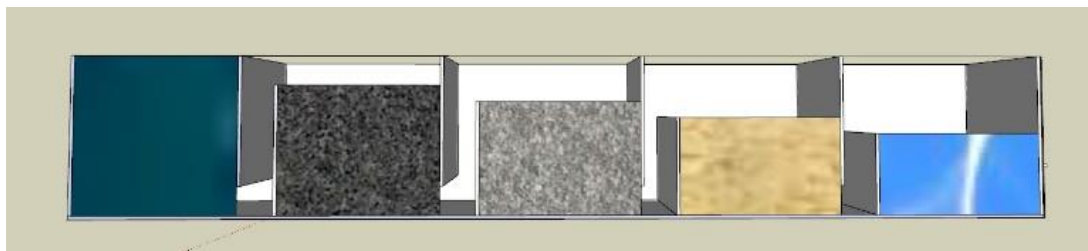
Pada metode adsorpsi menggunakan reaktor model kontinyu sedangkan untuk elektrokoagulasi menggunakan reaktor model *batch*. Variasi penelitian ini terdapat pada metode elektrokoagulasi yang terletak pada tegangan *voltase* yakni 5, 7,5, 10, 12,5 V. Uji awal yang dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui kandungan BOD, COD dan Turbiditas pada limbah cair batik. Kemudian setelah mengetahui hasil uji setelah pengolahan akan dilakukan tahap pengumpulan data sesuai dengan kajian literatur, setelah itu dapat ditarik kesimpulan pada penelitian.

Reaktor pretreatment adsorpsi terbuat dari talang air yang berbentuk persegi panjang. Pembuatan reaktor dimulai dengan merencanakan ukuran, bahan dan laju air (*flow*). Dimensi reaktor berukuran panjang 60cm, lebar 12cm dan tinggi 10cm seperti yang terdapat pada Gambar 2. Debit aliran yang digunakan adalah 50ml/menit yang diatur pada bak penampung

sebelum dialirkan ke dalam reaktor pretreatment adsorpsi dengan tujuan agar tidak terjadi *fouling* pada saat proses pretreatment adsorpsi berlangsung. Reaktor pretreatment adsorpsi menggunakan model kontinyu dengan volume sekitar 6,9 liter, sedangkan volume bak penampung sebesar 20 liter.



**Gambar 2. Reaktor Pretreatment Adsorpsi Tampak Atas**

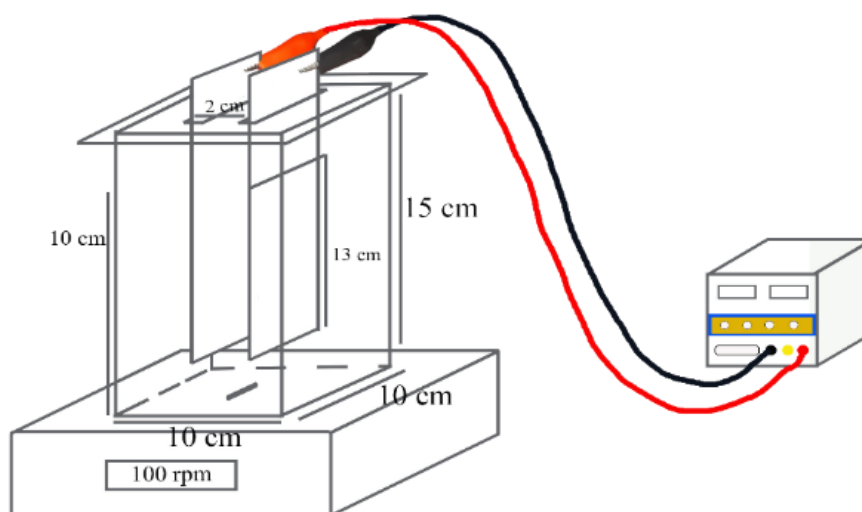


**Gambar 3. Reaktor Pretreatment Adsorpsi Tampak Samping**

Adsorben yang digunakan pada penelitian ini adalah karbon aktif, zeolit dan pasir silika. Adsorben tersebut kemudian dimasukkan ke dalam reaktor sesuai dengan ketinggian dan letak yang sudah ditetapkan. Perbedaan ketinggian pada kolom reaktor ditujukan agar air dapat mengalir dengan sempurna. Pada kolom pertama terdapat bak inlet, pada kolom kedua terdapat karbon aktif, kolom ketiga terdapat zeolit, kolom keempat terdapat pasir silika dan kolom kelima terdapat bak outlet seperti yang terdapat pada Gambar 3.

Reaktor elektrokoagulasi terbuat dari bahan kaca dengan ketebalan 5 mm yang berbentuk balok. Pembuatan reaktor ini dimulai dari menentukan ukuran, kemudian memotong kaca sesuai ukuran dan menggabungkan menggunakan lem kaca. Dimensi dari reaktor elektrokoagulasi memiliki panjang 10 cm, lebar 10 cm dan tinggi 15 cm seperti yang terdapat pada Gambar 4. Reaktor elektrokoagulasi menggunakan model *batch* dengan volume total reaktor sebesar 1,5 liter, namun pada penelitian ini setiap satu kali proses elektrokoagulasi hanya membutuhkan 1 liter air limbah. Hal itu ditujukan agar pada saat proses elektrolisis tidak terjadi luapan akibat dari penggumpalan flok. Sedangkan elektroda menggunakan plat yang berasal dari Aluminium dengan ukuran Panjang 15 cm, Lebar 7 cm, ketebalan 3 mm dan jarak antar elektroda adalah 2 cm. Apabila jarak terlalu dekat juga beresiko karena menyebabkan hubungan singkat antar elektroda yang menyebabkan korsleting (Ni'am dkk., 2018). Penggunaan alat pengaduk (*stirrer*) diharapkan mampu

membantu proses penggumpalan flok agar semakin cepat menggumpal. Kecepatan pengadukan *stirrer* adalah 100 rpm dengan waktu kontak selama 45 menit.



**Gambar 4. Reaktor Elektrokoagulasi dan *Stirrer***

Kebutuhan air limbah dan elektroda:

- Jumlah penggunaan reaktor = 8 kali (4 variabel)
- Kebutuhan sampel air = 8 liter
- Jumlah plat setiap proses = 2 (anoda dan katoda)
- Jumlah seluruh kebutuhan plat = 2 x 8 = 16 biji plat

### Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan mengadakan percobaan pengolahan pada limbah cair batik menggunakan metode kombinasi pretreatment adsorpsi dan elektrokoagulasi untuk menurunkan kadar BOD, COD dan Turbiditas. penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak dua kali pada setiap variasinya dengan tujuan untuk menentukan pengaruh terbaik lalu diambil rata-rata dari variasi tegangan. Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Efisiensi (E) = \frac{Influent - Effluent}{Influent} \times 100\%$$

### 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji awal pada limbah cair industri batik untuk mengetahui kadar pada parameter yang telah ditentukan yaitu BOD, COD dan Turbiditas. Berikut adalah hasil uji awal pada penelitian ini yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Menurut hasil uji awal pada limbah cair batik yang terdapat pada Tabel 1. dapat disimpulkan bahwa limbah cair industri batik yang terletak di Batik Jetis, Jln P. Diponegoro, Lemah Putro, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan, untuk

itu perlunya dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadar pencemar pada air limbah batik dengan metode kombinasi pretreatment adsorpsi dan elektrokoagulasi.

**Tabel 1. Hasil Uji Awal Limbah Cair Batik**

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu	Keterangan
BOD	mg/L	1354	60	Melebihi
COD	mg/L	3467	150	Melebihi
<i>Turbiditas</i>	NTU	1680	25	Melebihi

\* Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019

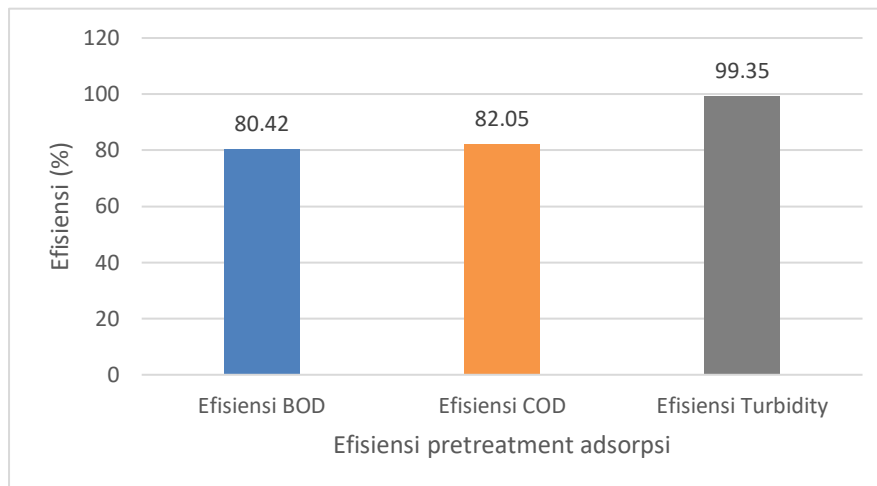
### Hasil Pengolahan Limbah Cair Batik Menggunakan Pretreatment Adsorpsi Pada Parameter BOD, COD dan Turbiditas

Dalam penelitian ini, media adsorben yang digunakan meliputi karbon aktif, zeolit, dan pasir silika. Sampel limbah cair batik memiliki konsentrasi awal BOD sebesar 1354 mg/L, COD 3467 mg/L, dan Turbiditas 1680 NTU. Volume media adsorben yang diterapkan bervariasi sesuai dengan kolom di reaktor adsorpsi. Hasil pengolahan dengan metode adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 2. Data yang diperoleh menunjukkan efektivitas metode pretreatment adsorpsi dalam mengurangi kadar BOD, COD, dan Turbiditas. Berdasarkan data, dapat disimpulkan bahwa volume media adsorben yang digunakan sudah optimal, karena telah berhasil mengurangi kandungan pencemar di limbah cair batik dengan efisiensi di atas 80%. Selain itu, waktu kontak juga mempengaruhi efisiensi pengurangan kandungan pencemar. Berdasarkan penelitian sebelumnya, semakin lama waktu kontak dalam proses adsorpsi, semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi hingga titik kesetimbangan tercapai. Saat titik kesetimbangan dicapai, permukaan adsorben akan tertutup oleh zat pencemar, dan adsorben akan menjadi jenuh, sehingga tidak lagi mampu mengadsorpsi (Dini dan Kusumadewi, 2023).

**Tabel 2. Analisis Data Kadar BOD, COD dan Turbiditas Sebelum dan Sesudah Pretreatment Adsorpsi**

Parameter	Uji Awal	Setelah Pretreatment Adsorpsi
BOD	1354 mg/L	265 mg/L
COD	3467 mg/L	622 mg/L
Turbiditas	1680 NTU	10,91 NTU

Penurunan kadar parameter dilakukan menggunakan media adsorben yang telah ditentukan yaitu karbon aktif, zeolit dan pasir silika dengan ukuran yang bervariasi sesuai dengan kolom yang tersedia pada reaktor. Penurunan kadar parameter BOD sebesar 265 mg/L, penurunan kadar COD sebesar 622 mg/L dan pada Turbiditas 10,91 NTU. Efisiensi penurunan pada limbah cair batik menggunakan metode pretreatment adsorpsi ditunjukkan pada Gambar 5. Efisiensi penurunan pada kadar limbah cair batik sangatlah tinggi. Efisiensi penurunan kadar BOD sebesar 80.42%, efisiensi penurunan kadar COD sebesar 82.05% dan efisiensi penurunan Turbiditas sebesar 99.35%. Penurunan kadar tersebut akibat adanya adsorben yang mampu menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Penurunan pada parameter disebabkan oleh polutan yang terdapat pada air limbah diikat oleh adsorben sehingga kadar air limbah akan menurun.



**Gambar 5. Pengaruh Pretreatment Adsorpsi Pada Limbah Cair Batik**

### Hasil Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Elektrokoagulasi Pada Parameter BOD, COD, dan Turbiditas

Metode elektrokoagulasi dilakukan dengan 4 variasi dan masing-masing variasi dilakukan pengulangan sebanyak satu kali. Konsentrasi parameter setelah dilakukan pretreatment adsorpsi pada BOD sebesar 265 mg/L, COD sebesar 622 mg/L dan Turbiditas sebesar 10,91 NTU. Perbedaan variasi tegangan yang digunakan pada metode elektrokoagulasi ditujukan untuk mengetahui nilai tegangan yang tepat dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah cair batik. Hasil penurunan kadar limbah cair batik menggunakan metode elektrokoagulasi terdapat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Analisis Data Kadar BOD, COD dan Turbiditas Setelah Elektrokoagulasi**

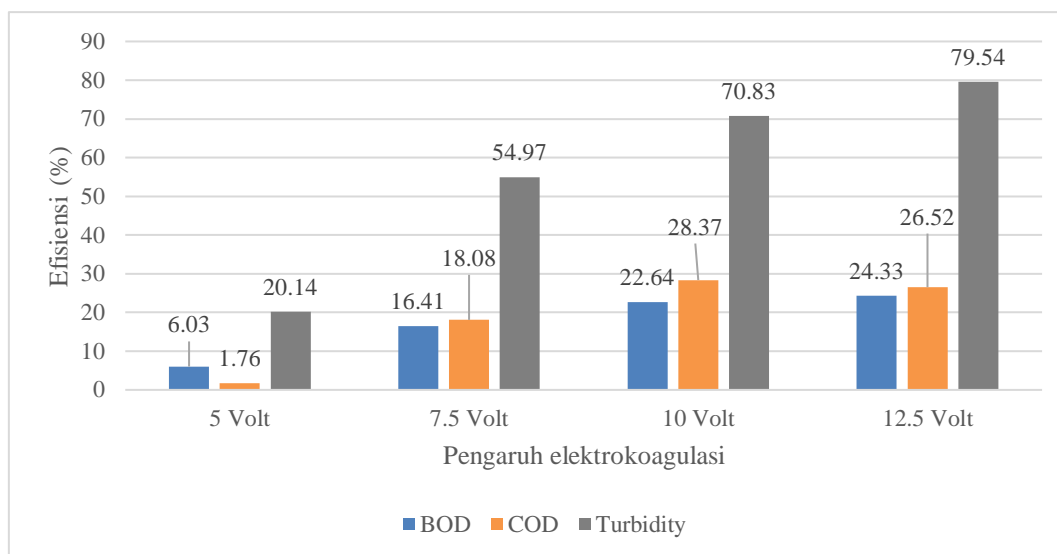
Parameter	Uji Awal	Uji Parameter (setelah pretreatment adsorpsi)	Hasil elektrokoagulasi (rata-rata)			
			5 V	7,5 V	10 V	12,5 V
BOD	1354 mg/L	265 mg/L	249	221.5	205	200.5
COD	3467 mg/L	622 mg/L	611	509.5	445.5	457
Turbiditas	1680 NTU	10.91 NTU	7.73	3.93	2.2	1.25

Pada Tabel 3 merupakan hasil rata-rata dari konsentrasi dari setiap variasi tegangan pada saat penelitian ini. Selain itu menunjukkan bahwa efektifitas penurunan kadar BOD, COD dan Turbiditas menggunakan semua variasi tegangan dengan waktu 45 menit dan pengadukan 100 rpm. Konsentrasi kadar parameter limbah cair batik setelah proses elektrolisis menggunakan metode elektrokoagulasi menunjukkan bahwa kandungan kadar pencemar mengalami penurunan. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa variasi tegangan 12,5 V merupakan tegangan voltase yang optimal karena mampu menurunkan kadar pencemar dengan sangat baik. Maka semakin besar variasi kuat arus awal dan tegangan yang digunakan maka akan semakin besar efisiensi removal (Triandarto dan Mardyanto, 2015).

Penurunan kadar parameter dilakukan menggunakan variasi tegangan yaitu 5, 7,5, 10, 12,5 V dengan kecepatan pengadukan 100 rpm dan waktu selama 45 menit menunjukkan kemampuan metode elektrokoagulasi dalam menurunkan parameter BOD, COD dan Turbiditas. Efektifitas penurunan terbaik pada parameter BOD dan Turbiditas terdapat pada variasi tegangan 12,5 V. Pada kadar BOD sebesar 200,5 mg/L dan Turbiditas sebesar 1,25



NTU, sedangkan efektifitas penurunan terbaik pada kadar COD sebesar 445,5 mg/L. Efisiensi penurunan pada limbah cair batik menggunakan metode elektrokoagulasi ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6. Pengaruh Elektrokoagulasi Pada Limbah Cair Batik**

Pada Gambar 6 menunjukkan efisiensi penurunan terbaik pada limbah cair batik terdapat pada variasi tegangan 12,5 V, kecuali pada parameter COD yang terdapat pada tegangan 10 V. Pada Gambar 6 menunjukkan presentase efisiensi penurunan pada variasi tegangan 5 V terhadap parameter BOD sebesar 6.03%, pada COD sebesar 1.76% dan Turbiditas sebesar 20.14%. Efisiensi penurunan pada variasi tegangan 7,5 V terhadap BOD sebesar 16.41%, pada COD sebesar 18.08% dan pada Turbiditas sebesar 54.97%. Efisiensi penurunan pada variasi tegangan 10 V terhadap BOD sebesar 22.64%, pada COD sebesar 28.37% dan Turbiditas sebesar 70.83%. Efisiensi penurunan pada variasi tegangan 12,5 V terhadap BOD sebesar 24.33%, pada COD sebesar 26.52% dan Turbiditas sebesar 79.54%. Masing-masing variasi menggunakan waktu yang sama yaitu 45 menit dan kecepatan pengadukan 100 rpm.

Grafik di Gambar 6 mengindikasikan bahwa peningkatan tegangan voltase berbanding lurus dengan efektivitas penurunan pencemar. Hal ini terjadi karena proses elektrokoagulasi memicu reaksi reduksi-oksidasi. Selama reaksi ini, gas hidrogen dihasilkan dari pelepasan ion elektron di katoda, sedangkan di anoda, ion teroksidasi menjadi  $Al\ OH^-$ , yang berperan sebagai koagulan untuk mengikat polutan, membentuk gumpalan atau flok. Flok ini selanjutnya mengendap karena gravitasi, yang mengakibatkan penurunan konsentrasi pencemar di air limbah. Selain faktor tegangan, durasi proses elektrokoagulasi juga mempengaruhi hasilnya; semakin lama proses berlangsung, semakin banyak ikatan yang terbentuk. Sementara itu, jarak yang lebih pendek antara dua elektroda menghasilkan densitas arus yang lebih tinggi, meningkatkan reaksi antara elektroda tersebut (Prayitno dkk., 2016).

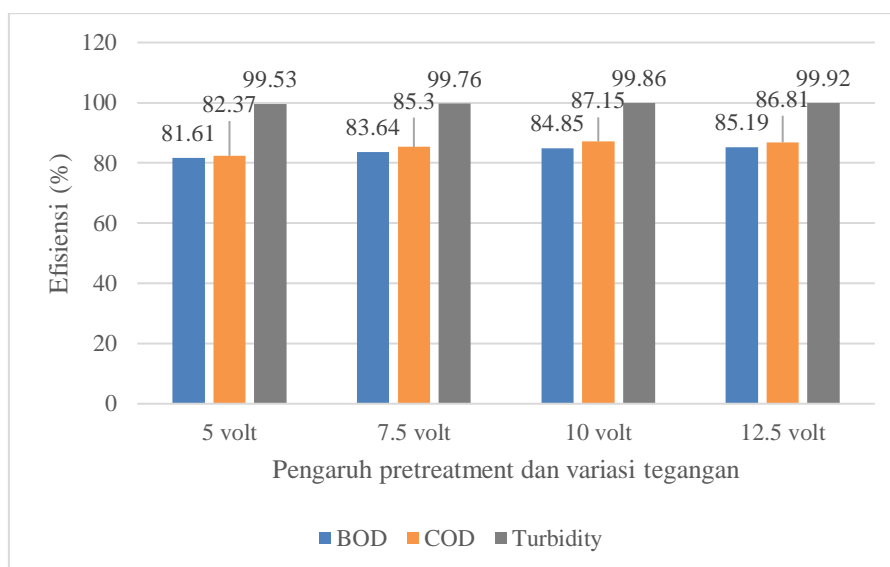
### **Konsentrasi Parameter BOD, COD dan Turbiditas Pada Limbah Cair Batik Menggunakan Metode Kombinasi Pretreatment Adsorpsi dan Elektrokoagulasi (*integrasi*)**

Data hasil penelitian pada penurunan kadar parameter BOD, COD dan Turbiditas pada limbah cair industri batik setelah melewati proses pretreatment adsorpsi dan



elektrokoagulasi. Pada pretreatment adsorpsi menggunakan media adsorben karbon aktif, zeolit dan pasir silika, sedangkan pada elektrokoagulasi menggunakan elektroda Aluminium jarak antar plat 2 cm dengan variasi tegangan 5; 7,5; 10; dan 12,5 V, dan waktu 45 menit menggunakan pengadukan dengan kecepatan 100 rpm yang dijelaskan dalam Tabel 4. Pada penelitian ini, kombinasi metode pretreatment adsorpsi dan elektrokoagulasi mampu menurunkan kadar pencemar limbah cair batik dengan baik. Hal itu terjadi karena pada proses pretreatment adsorpsi karena adanya adsorben yang mampu menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Penurunan pada parameter disebabkan oleh polutan yang terdapat pada air limbah diikat oleh adsorben sehingga kadar pencemar air limbah akan menurun. Sedangkan pada elektrokoagulasi penurunan terjadi karena terdapat proses reduksi dan oksidasi pada reaktor penelitian sehingga elektroda mudah membentuk gas seperti oksigen dan hidrogen yang mempengaruhi penurunan kadar pencemar.

Pada Tabel 3. Menunjukkan data sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan pretreatment adsorpsi dan elektrokoagulasi terhadap parameter BOD, COD dan Turbiditas. Efektifitas penurunan tertinggi pada parameter BOD dan Turbiditas terdapat pada variasi tegangan 12,5 V. Penurunan pada BOD sebesar 200,5 mg/L dan pada Turbiditas sebesar 1,25 NTU. Sedangkan efektifitas penurunan pada COD terdapat pada variasi tegangan 10 V sebesar 445,5 mg/L.



**Gambar 7. Pengaruh Pretreatment Adsorpsi dan Elektrokoagulasi Pada Limbah Cair Batik**

Gambar 7 menggambarkan efektivitas puncak kombinasi metode pretreatment adsorpsi dan elektrokoagulasi dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan Turbiditas dengan variasi tegangan 12,5 Volt selama waktu kontak 45 menit dan kecepatan pengadukan 100 rpm. Efisiensi penurunan untuk BOD mencapai 85,19%, Turbiditas sebesar 99,92%, sedangkan untuk COD yang optimal diperoleh pada variasi tegangan 10 Volt dengan efisiensi sebesar 86,19%. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Eti Kurniawati (2020), ditemukan bahwa proses adsorpsi mampu mengurangi kadar COD air limbah antara 72,8% hingga 98,41%, sedangkan penurunan TSS berkisar antara 17,36% hingga 89,94%, dan penetralan pH antara 4,0% hingga 63,0%. Sementara itu, penelitian oleh S. Y. J. Majid dan Sugito (2022), menunjukkan bahwa elektrokoagulasi efektif dalam menurunkan kadar COD mencapai 90,11%.

Adsorpsi pada material adsorben seperti karbon aktif dan zeolit terjadi melalui interaksi van der Waals dan gaya elektrostatis antara permukaan adsorben dan senyawa organik. Permukaan pori-pori karbon aktif menyediakan area yang luas untuk adsorpsi, memungkinkan penyerapan senyawa-senyawa organik dan dengan demikian mengurangi BOD (Larasati dkk., 2016). Adsorpsi dalam mengurangi COD melibatkan interaksi antara molekul adsorbat dan permukaan adsorben. Material adsorben, seperti karbon aktif dan zeolit, mampu menyerap senyawa kimia yang dapat dioksidasi, mengurangi beban oksigen kimia dalam air (Nurhayati dkk., 2020). Adsorpsi dapat membantu mengurangi turbiditas dengan menangkap partikel-partikel tersebut pada permukaan adsorben. Karbon aktif atau bahan adsorben lainnya bertindak sebagai media yang efektif untuk menyaring partikel halus, meningkatkan kejernihan air (Negash dkk., 2023; Perez-Sicairos dkk., 2014).

Dilihat dari segi fisik terlihat jelas perbandingan sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan sangatlah jauh berbeda. Kekeruhan dan kepekatan pada limbah cair batik menjadi lebih bening dan tidak keruh. Hal itu disebabkan oleh sisa dari pewarna kimia yang digunakan dalam proses produksi batik berhasil diserap baik oleh media adsorben, selain itu kadar terlarut pada air limbah yang lolos saat proses adsorpsi akan diikat oleh koagulan yang berasal dari proses reduksi dan oksidasi.

#### **4. KESIMPULAN**

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode kombinasi dari pretreatment adsorpsi dan elektrokoagulasi mampu dalam menurunkan kadar BOD, COD dan Turbiditas pada limbah cair batik. Penurunan terbaik terdapat pada tegangan 12.5 Volt mampu menurunkan BOD sebesar 200.5 mg/L dan penurunan terbaik pada BOD dengan konsentrasi akhir sebesar 445.5 mg/L dan penurunan Turbiditas akhir mencapai 1.25 NTU (efisiensi 99,92%),. Efisiensi terbaik BOD dan Turbiditas terdapat pada tegangan 12,5 Volt sebesar 85,19% dan Turbiditas sebesar 99,92%, sedangkan efisiensi terbaik pada COD terdapat pada tegangan 10 Volt dengan COD akhir sebesar 44,5mg/L (efisiensi 87,15%).

#### **PERSANTUNAN**

Ucapan terima kasih kepada DRTPM Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset Dan Teknologi atas pendanaan yang telah diberikan melalui No. Kontrak 183/E5/PG.02.00.PL/2023, dan kontrak turunan 028/SP2H/PT/LL7/2023 dan 079.6/kontrak/LPPM/VI/2023. Dukungan finansial ini telah menjadikan penelitian ini untuk dilaksanakan dengan lancar dan berhasil.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Al Kholif, M., Rohmah, M., Nurhayati, I., Adi Walujo, D., & Dian Majid, D. (2022). Penurunan Beban Pencemar Rumah Potong Hewan (RPH) Menggunakan Sistem Biofilter Anaerob. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 14(2), 100–113. <https://journal.uii.ac.id/JSTL/article/view/23979>
- Aniyah, A. N. (2019). Eksistensi Rumah Batik Tulis Wardani Di "Kampoeng Batik Jetis Sidoarjo." *Jurnal Seni Rupa*, 1(5), 35–43.
- Dian, M., & Il-Kyu, K. (2018). Degradation of Toluene by Liquid Ferrate(VI) and Solid Ferrate(VI) in Aqueous Phase. *Journal of Environmental Engineering*, 144(9), 4018093 1-8. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0001440](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001440)
- Dini, L., & Kusumadewi, R. A. Y. U. (2023). Penyisihan Logam Berat Krom ( Cr ) Dan Zat Warna Menggunakan Adsorben Kulit Pisang Kepok Dalam Air Limbah Batik. 11(1), 37–

48.

- Eti Kurniawati<sup>1\*</sup>, M. S. (2020). Metode filtrasi dan adsorpsi dengan variasi lama kontak dalam pengolahan limbah cair batik.
- Fauzi, N., Udyani, K., Zuchrillah, D. R., & Hasanah, F. (2019). Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan Besi pada Pengolahan Air Limbah Batik. *Issn 2085-4218*, 100, 213–218.
- Laksono, F. B., Majid, D., & Prabowo, A. R. (2022). System and eco-material design based on slow-release ferrate(vi) combined with ultrasound for ballast water treatment. 12(1), 401–408. <https://doi.org/doi:10.1515/eng-2022-0042>
- Larasati, A. I., Susanawati, L. D., & Suharto, B. (2016). Efektivitas Adsorpsi Logam Berat Pada Air Lindi Menggunakan Media Karbon Aktif, Zeolit, Dan Silika Gel Di Tpa Tlekung, Batu. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 44–48.
- Majid, D., Kim, I.-K., Laksono, F. B., & Prabowo, A. R. (2021). Oxidative Degradation of Hazardous Benzene Derivatives by Ferrate(VI): Effect of Initial pH, Molar Ratio and Temperature. *Toxics*, 9(12), 1–10. <https://doi.org/10.3390/toxics9120327>
- Majid, D., & Prabowo, A. R. (2022). Ferrate(VI) performance on the halogenated benzene degradation: Degradation test and by-product analysis. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.470>
- Majid, D., Prabowo, A. R., Al-Kholif, M., & Sugito, S. (2019). Sintesis Ferrat sebagai Pendegradasi Senyawa Turunan Benzena. *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*, 3(2), 70–75. <https://doi.org/10.17977/um024v3i22018p070>
- Majid, S. Y. J., & Sugito. (2022). Penurunan Kadar Cod Dan Logam Merkuri (Hg) Limbah Cair Laboratorium Dengan Elektrokoagulasi.
- Murniati, T., Inayati, & Budiastuti, S. (2015). Batik Dengan Metode Elektrolisis Konsentrasi Logam Berat Di Sungai. *Jurnal EKOSAINS*, VII(1), 77–83.
- Negash, A., Tibebe, D., Mulugeta, M., & Kassa, Y. (2023). A study of basic and reactive dyes removal from synthetic and industrial wastewater by electrocoagulation process. *South African Journal of Chemical Engineering*, 46, 122–131. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sajce.2023.07.015>
- Ni'am, A. C., Caroline, J., & Afandi, M. . H. (2018). Variasi Jumlah Elektroda Dan Besar Tegangan Dalam Menurunkan Kandungan Cod Dan Tss Limbah Cair Tekstil Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 21–26. <https://doi.org/10.29080/alard.v3i1.257>
- Nurhayati, I., Vigiani, S., & Majid, D. (2020). Penurunan Kadar Besi (Fe), Kromium (Cr), COD dan BOD Limbah Cair Laboratorium dengan Pengenceran, Kougulasi dan Adsorpsi. *Ecotrophic*, 14(1)(June), 74–87.
- Perez-Sicairos, S., Carrillo-Mandujano, A. J., Lopez-Lopez, J. R., & Lin-Ho, S. W. (2014). Wastewater treatment via electrochemically generated ferrate and commercial ferrate. *Desalination and Water Treatment*, 52(37–39), 6904–6913. <https://doi.org/10.1080/19443994.2013.827823>
- Prayitno, Rulianah, S., & Anang Takwanto. (2016). PENGOLAHAN AIR LIMBAH LABORATORIUM MENGGUNAKAN PROSES ELEKTROKOAGULASI. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif*, 01, 15–16.
- Secha, M., Abdi, C., Program, M., Teknik, S., Teknik, F., Program, D., Teknik, S., Teknik, F., Program, D., Teknik, S., Teknik, F., Selatan, K., & Fe, L. (2019). Penggunaan Jenis Zeolit Dalam Penurunan Kadar Fe Air the Use of This Types of Zeolite in Levels Decrease Fe River Water Using. *JTAM Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat*, 2(1), 41–48.
- Sulistiyanti, D., Antoniker, A., & Nasrokhah, N. (2018). Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi pada Pengolahan Limbah Laboratorium. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 3(2), 147. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v3i2.2430>

- Triandarto, F., & Agus Mardiyanto. (2015). Pengaruh Kuat Arus Dan Tegangan Pada Proses Elektrolisis Untuk Menurunkan Logam Berat Cu. *Jurnal Teknik Kimia*, 6(2), 175–180.
- Tuye, I. W., Sutrisno, J., & Majid, D. (2023). Potensi salvinia molesta dan pistia stratiotes dalam penurunan kadar fosfat, BOD, dan COD pada limbah cair laundry. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 21(02). <https://doi.org/10.36456/waktu.v21i02.7727>
- UNESCO. (2009). Indonesian Batik.