

# The Effect of Current Strength, Electrode Distance, and Coagulation Time on the Efficiency of Electrocoagulation of Batik Waste

Nur Fitria Ningsih Wulan Sekar , Lutfiah Diva Anandita, Shefa Jhemima Prajitna, Denny Vitasari

Department of Chemical Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

 [d500200160@student.ums.co.id](mailto:d500200160@student.ums.co.id)

## ***Abstract***

*The liquid waste from batik production can pollute the environment if it is discharged directly into water bodies without prior treatment, so there is a need for liquid waste treatment of batik. This study was conducted with the aim of determining the effect and optimum condition of current strength, electrode distance, and time on the efficiency of COD and TSS concentration reduction by electrocoagulation method. The method used was electrocoagulation method using aluminium and iron electrodes. The variations used in this study were variations of current strength (1, 2, 3, 4, 5 ampere), electrode distance (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 cm) and time (15, 30, 45, 60, 75 minutes). Based on the results of the study, the highest COD reduction was obtained at the variable 5 ampere current strength with 1 cm electrode distance and 60 minutes time with a COD value of 22.4 mg/l or COD removal percentage of 90.97%. Meanwhile, for TSS, a significant reduction was found in the variation of 3 amperes current strength with 1 cm electrode distance and 60 minutes time, which was 10 mg/l with TSS removal percentage of 87.5%. This shows that the electrocoagulation process is capable and efficient in reducing the COD and TSS levels contained in the liquid waste of batik.*

***Keywords:*** batik wastewater; electrocoagulation; efficiency of COD and TSS reduction

## **Pengaruh Kuat Arus, Jarak Elektroda, dan Waktu Terhadap Efisiensi Pemisahan Kontaminan Dari Limbah Batik Dengan Metode Elektrokoagulasi**

**Abstrak**



Limbah cair batik yang dihasilkan pada proses pembuatan batik dapat mencemari lingkungan jika dibuang langsung ke badan air tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu sehingga perlu adanya pengolahan limbah cair batik. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh dan kondisi optimum kuat arus, jarak elektroda, dan waktu terhadap efisiensi penurunan konsentrasi COD dan TSS dengan metode elektrokoagulasi. Metode yang digunakan adalah elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda alumunium dan besi. Variasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu kuat arus (1, 2, 3, 4, 5 ampere), jarak elektroda (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 cm) dan waktu (15, 30, 45, 60, 75 menit). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh penurunan kadar COD tertinggi pada variasi kuat arus 5 ampere dengan jarak elektroda 1 cm dan waktu 60 menit dengan nilai COD sebesar 22,4 mg/l persen *removal* COD sebesar 90,97%. Sedangkan pada TSS penurunan signifikan terdapat pada variasi kuat arus 3 ampere dengan jarak elektroda 1 cm dan waktu 60 menit, yaitu sebesar 10 mg/l persen *removal* TSS sebesar 87,5%. Hal ini menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi mampu dan efisien dalam menurunkan kadar COD dan TSS yang terdapat dalam limbah cair batik.

**Kata kunci:** Limbah cair batik; elektrokoagulasi; efisiensi penurunan COD dan TSS

## 1. Pendahuluan

Limbah industri batik dapat mencemari lingkungan karena di dalamnya terdapat zat pewarna yang mengandung ion-ion logam yang berbahaya. Zat warna sintesis yang umum dipakai dalam produksi batik diantaranya: *naphthol*, *indanthrene*, *procion*, *direk* dan *indigosol*, yang umumnya mengandung ion logam seperti As, Cd, Cr, Pb, Cu, Zn, Al dan Fe [1]. Limbah industri batik, apabila dibuang ke lingkungan dapat mempengaruhi kualitas air, sehingga menaikkan kadar COD, BOD, TSS hingga melebihi ambang batas yang memenuhi persyaratan kesehatan. Apabila limbah industri batik langsung dibuang ke badan air tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu maka akan menjadi masalah serius yang berdampak kepada lingkungan [2]. Berdasarkan masalah tersebut untuk mengurangi dampak negatif dari limbah tersebut dapat dilakukan pengolahan dengan metode elektrokoagulasi.

Penelitian terdahulu [3], menggunakan metode elektrokoagulasi dengan menggunakan 2 pasang elektroda yang sama, sepasang elektroda alumunium (Al) sebagai anoda dan katoda untuk menurunkan kadar COD dan TSS pada limbah batik. Dalam penelitiannya terdapat kekurangan terhadap penggunaan elektroda Al-Al. Pada perlakuan yang telah dilakukan terbukti berhasil menurunkan kadar COD hingga diambang batas, pada TSS juga diperoleh penurunan, tetapi penurunannya belum mencapai kadar baku mutu yang diizinkan. Hal ini dimungkinkan karena pelepasan ion  $Al^{3+}$  ke dalam larutan sudah maksimum, karena keterbatasan alumunium di sisi anoda, flok yang terbentuk lama kelamaan akan bertambah besar dan akhirnya mengendap ke dasar bak elektrokoagulasi. Hal tersebut juga disebabkan oleh munculnya flok-flok pada saat proses penyaringan hasil elektrolisis. Sampel limbah setelah elektrolisis harus diendapkan dalam durasi yang lama untuk memisahkan padatan tersuspensi agar pengukuran kadar TSS dapat optimum.

Berdasarkan fenomena serta hasil penelitian terdahulu yang telah diuraikan di atas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kuat arus, jarak elektroda, dan waktu terhadap penurunan konsentrasi COD dan TSS pada pengolahan limbah cair batik dengan metode elektrokoagulasi. Pada penelitian ini digunakan variasi jenis plat elektroda yang berbeda seperti alumunium dan besi pada limbah cair, variasi kuat arus, jarak elektroda, dan waktu sehingga dapat diketahui variasi mana yang lebih efektif dalam mengolah limbah cair batik.

## 2. Literatur Review

Parameter yang digunakan untuk mengetahui bahwa suatu perairan tercemar adalah dengan mengacu pada peraturan baku mutu air limbah yang ditetapkan oleh pemerintah daerah. Berdasarkan standar baku mutu air limbah industry tekstil dan batik yang dikeluarkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 parameter COD memiliki kadar maksimum sebesar 150 mg/l dan kadar maksimum TSS sebesar 50 mg/l ([www.bphn.go.id](http://www.bphn.go.id)). Suatu perairan dikatakan tercemar jika kandungan COD dan TSS yang diuji melebihi kapasitas yang tercantum pada standar baku mutu air.

Elektrokoagulasi adalah suatu proses koagulasi kontinyu dengan menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia, yaitu gejala dekomposisi elektrolit, dimana salah satu elektrodanya adalah alumunium ataupun besi. Dalam proses ini akan terjadi proses reaksi reduksi dimana logam-logam akan direduksi dan diendapkan di kutub negatif, sedangkan elektroda positif akan teroksidasi yang berfungsi menjadi koagulan [2]. Metode elektrokoagulasi merupakan metode yang sederhana, efisien, baik digunakan untuk menghilangkan senyawa organik, tanpa penambahan zat kimia sehingga mengurangi pembentukan residu, dan baik untuk menghilangkan padatan tersuspensi [4].

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses elektrokoagulasi antara lain kuat arus, tegangan, jarak antar elektroda, waktu kontak, derajat keasaman (pH), dan ketebalan plat atau luas penampang elektroda [5].

### a) Kuat Arus

Peningkatan arus Listrik akan mempercepat partikel bermuatan membentuk flok. Jumlah arus Listrik yang mengalir berbanding lurus dengan bahan yang dihasilkan selama proses.

### b) Tegangan

Arus Listrik yang menghasilkan perubahan kimia mengalir melalui medium (logam atau elektrolit) dikarenakan adanya beda potensial.

### c) Jarak Antar Elektroda

Semakin besar jaraknya semakin besar hambatannya, sehingga semakin kecil arus yang mengalir.

### d) Waktu Kontak

Berdasarkan hukum faraday, Jumlah muatan yang mengalir selama proses elektrolisis sebanding dengan jumlah waktu kontak yang digunakan.

### e) Derajat Keasaman

Apabila ion hidroksida yang dihasilkan pada proses elektrolisis air lebih banyak daripada gas hydrogen maka akan menaikkan pH dalam larutan.

### f) Ketebalan plat

Semakin tebal plat elektroda yang digunakan maka daya tarik elektrostatisnya dalam mereduksi dan mengoksidasi ion logam pada larutan akan semakin besar.

### 3. Metode

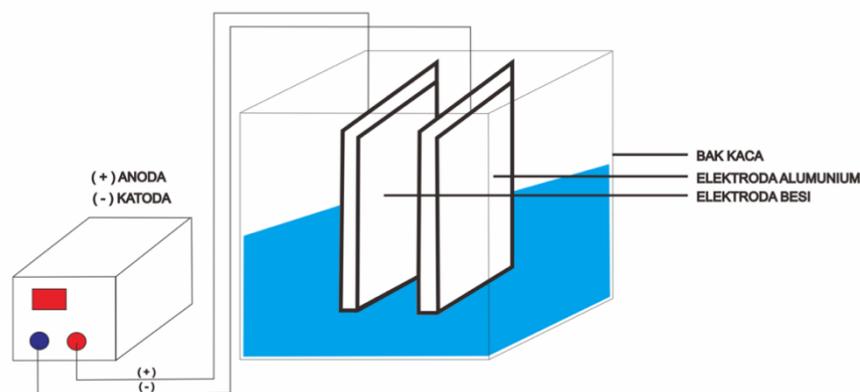
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta yang berada di kampus 2 Jl. Garuda Mas, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi limbah cair batik skala rumahan di daerah Laweyan Surakarta, kertas saring 45  $\mu\text{m}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Kemurnian 98%),  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (Kemurnian 95%), Ferro Amonium Sulfat (FAS), dan Indikator Ferroin. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah reaktor yang terdiri dari sebuah bak kaca dengan dimensi Panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm dengan kapasitas limbah cair sebanyak 3,3 L. Plat elektroda yang digunakan adalah besi (Fe) dan Aluminium (Al) dengan ukuran 10 cm x 16 cm dan tebal 2 mm, kabel penghubung katoda dan anoda, power supply arus searah (DC). Prosedur penelitian yang dilakukan meliputi :

#### 3.1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa limbah cair batik ditampung di dalam bak penampungan dengan volume 3,3 L. Limbah cair batik didapatkan dari proses pewarnaan, pencelupan, dan pelodoran pada proses produksi batik. Limbah cair batik sebelum dilakukan proses pengolahan elektrokoagulasi secara batch sampel diambil 500 mL untuk dianalisa karakteristik awal kadar COD dan TSS.

#### 3.2. Proses Elektrokoagulasi Secara *Batch*

Limbah cair batik yang telah diencerkan sebanyak 1 L dimasukkan ke dalam bak penampungan. Selanjutnya pasang plat elektroda aluminium (katoda) dan besi (anoda) dengan penjepit buaya yang sudah tersambung dengan *power supply* bertegangan 60 volt. *Power supply* ini digunakan sebagai alat untuk mendeteksi besarnya kuat arus yang diperoleh. *Setting* besar kuat arus, jarak elektroda, dan waktu sesuai variabel yang akan digunakan.



Gambar 1. Desain reaktor elektrokoagulasi

#### 3.3. Uji dan Analisis Sampel

Pengujian sampel dilakukan sebelum dan setelah pengolahan dengan metode elektrokoagulasi secara *batch*. Hasil dari proses elektrokoagulasi secara batch selama waktu yang ditentukan, lalu diambil sampel sebanyak 2,5 ml untuk pengujian COD dan 50 ml untuk pengujian TSS. Pengukuran COD dilakukan dengan memasukkan 2,5 ml sampel ke erlenmeyer kemudian tambahkan 5 ml  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , dan 15 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dikocok hingga

homogen, dinginkan selama 15 menit, kemudian tambahkan 7,5 ml air suling dan 2 - 3 tetes indikator ferroin. Titrasi dengan larutan FAS hingga terjadi perubahan warna kuning orange ke biru kehijauan menjadi merah kecoklatan, kemudian di analisa kadar COD.

Pengukuran TSS dilakukan dengan memasukkan 50 ml sampel ke erlenmeyer dengan corong kaca berisi kertas saring yang telah dioven. Oven Kembali kertas saring yang berisi padatan pada suhu 105°C selama 1 jam. Selanjutnya kertas saring ditimbang kemudian di analisa kadar TSS.

## 4. Hasil dan Pembahasan

Limbah cair batik di dari Kampung Batik Laweyan, setelah dilakukan analisa awal menunjukkan kualitas air tidak memenuhi standar baku mutu. Oleh karena itu, limbah cair batik Laweyan harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah cair inustri batik menggunakan metode elektrokoagulasi secara *batch*. Elektroda yang digunakan adalah alumunium dan besi. Dalam penelitian dilakukan variasi kuat arus, jarak elektroda, dan waktu yang digunakan dalam proses elektrokoagulasi secara *batch* untuk melihat pengaruhnya terhadap efisiensi koagulasi. Setelah itu dilakukan analisis kadar COD dan analisis kadar TSS sebelum maupun setelah dilakukan pengolahan dengan proses metode elektrokoagulasi secara *batch*.

Hasil analisis karakteristik awal limbah cair batik sebelum perlakuan dengan metode elektrokoagulasi secara batch terdapat pada [Tabel 1](#) sebagai berikut :

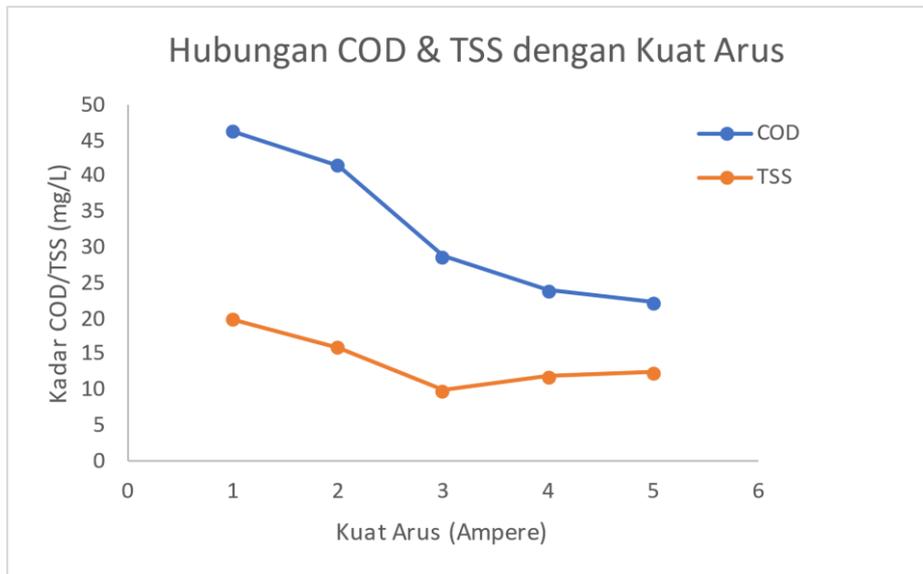
**Tabel 1.** Hasil Analisis Kualitas Limbah Cair Batik di Laweyan Sebelum *Treatment*

Parameter yang diuji	Hasil uji awal (mg/l)	Baku mutu (mg/l)
<b>COD</b>	248	150
<b>TSS</b>	80	50

[Tabel 1](#) menunjukkan hasil analisis kadar COD dan TSS sebelum dilakukan perlakuan dengan metode elektrokoagulasi secara *batch*. Hasil COD sebesar 248 mg/l dan TSS sebesar 80 mg/l. Sampel limbah cair batik diambil dari proses pewarnaan, pencelupan, dan pelodoran pada pembuatan batik. Sampel diambil sebanyak 2,5 ml untuk di uji kadar COD dan 500 ml untuk di uji kadar TSS. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta. Berikut ini merupakan gambar grafik hasil analisis penurunan kadar COD dan TSS terhadap variasi kuat arus (1, 2, 3, 4, 5 ampere), dengan jarak elektroda (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 cm) dan waktu (15, 30, 45, 60, 75 menit).

### 4.1. Pengaruh Kuat Arus Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS

Hasil analisa penurunan kadar COD dan TSS ditunjukkan pada [Gambar 2](#) merupakan grafik hubungan kuat arus sebesar (1, 2, 3, 4, 5 ampere) dengan jarak elektroda 1 cm dan waktu tinggal 60 menit terhadap hasil penurunan kadar COD dan TSS.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kuat Arus Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS

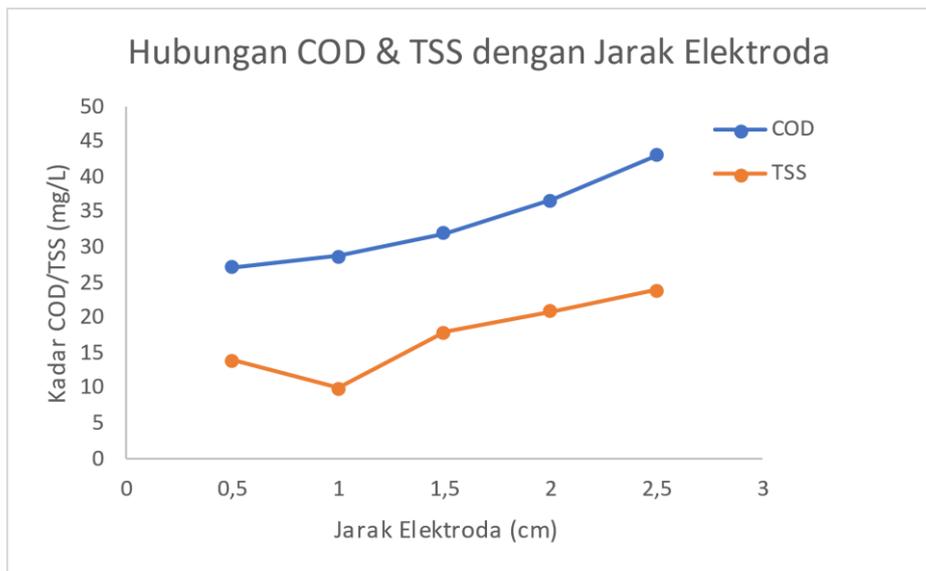
Grafik pada Gambar 2. menggambarkan penurunan kadar COD terendah terdapat pada variabel kuat arus 1 ampere dengan nilai COD sebesar 46,4 mg/l atau persen removal COD sebesar 81,29%. Penurunan kadar COD tertinggi terdapat pada variabel kuat arus 5 ampere dengan nilai COD sebesar 22,4 mg/l atau persen removal COD sebesar 90,97%. Dari grafik dapat dilihat bahwa penurunan nilai COD dipengaruhi oleh kuat arus. Pembentukan ion bermuatan akan semakin cepat seiring dengan kenaikan kuat arus. Ion positif dan ion negatif pada larutan elektrolit akan terdekomposisi akibat adanya arus listrik yang dialirkan ke elektroda, kation atau ion positif akan bergerak ke katoda dan mengalami reduksi, sedangkan anion atau ion negatif akan bergerak ke anoda dan mengalami oksidasi. Akibat dari proses tersebut, pada anoda terbentuk gas, buih, dan flok. Unsur – unsur dalam limbah akan terikat dengan flok lalu membentuk endapan.

Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Dewayani dan Haryanto [6] yang menjelaskan bahwa semakin besar kuat arus maka kadar COD akan semakin berkurang nilainya, dibuktikan dengan penurunan kadar COD limbah cair batik tertinggi pada variabel kuat arus 10 ampere sebesar 264,83 mg/l atau sebesar 62,12% dengan nilai COD sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi adalah sebesar 699,5 mg/l.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa penurunan kadar TSS pada penelitian ini bersifat fluktuatif. Penurunan kadar TSS paling optimum terdapat pada variabel kuat arus 3 ampere yaitu sebesar 10 mg/l dengan persen removal TSS sebesar 87,5% namun terjadi peningkatan kadar TSS pada kuat arus 4 ampere dan 5 ampere sebesar 12 mg/l dan 12,6 mg/l atau persen removal TSS sebesar 85% dan 84,25%. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fauzi et al [7] penurunan kadar TSS juga mengalami fluktuasi dikarenakan pembentukan partikel-partikel yang dihasilkan dari proses elektrokoagulasi yang akan terflotasi ke permukaan, semakin lama waktu serta semakin besar kuat arus yang dimana berbanding lurus dengan tegangan yang diberikan, partikel yang terbentuk akan bertambah besar dan akhirnya mengendap ke dasar bak elektrokoagulasi. Partikel ini belum mengendap secara sempurna sehingga terbawa pada saat pengambilan sampel uji TSS.

#### 4.2. Pengaruh Jarak Elektroda Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS

Hasil analisa penurunan kadar COD dan TSS ditunjukkan pada [Gambar 3](#) merupakan grafik hubungan jarak elektroda sebesar (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 cm) dengan kuat arus 3 ampere dan waktu tinggal 60 menit terhadap hasil penurunan kadar COD dan TSS.



[Gambar 3](#). Grafik Hubungan Jarak Elektroda Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS

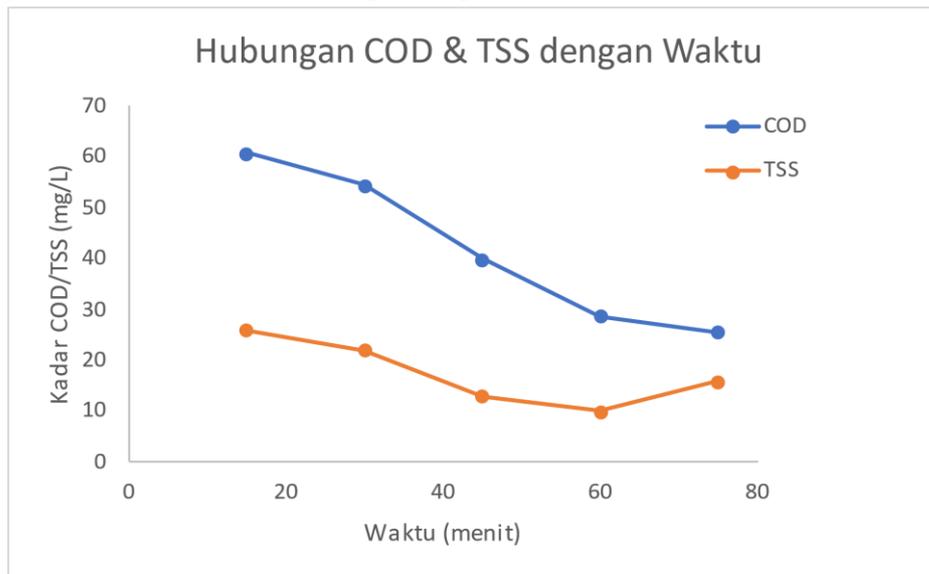
Berdasarkan grafik yang terdapat pada [Gambar 3](#), menunjukkan bahwa semakin dekat jarak elektroda maka arus yang dihasilkan juga semakin besar, maka semakin cepat proses oksidasi sehingga pembentukan flok besi hidroksida juga semakin cepat yang menyebabkan degradasi air limbah semakin efektif. Dari hasil di dapatkan penurunan kadar COD terbaik terdapat pada jarak elektroda 0,5 cm dengan nilai COD sebesar 27,2 mg/l persen removal COD sebesar 89,03%. Penurunan kadar COD terendah terdapat pada jarak elektroda 2,5 cm dengan nilai COD sebesar 43,2 mg/l persen removal COD sebesar 82,58%.

Berdasarkan [Gambar 3](#), terjadi penurunan konsentrasi TSS pada semua perlakuan. Penurunan efisiensi tertinggi yaitu pada jarak elektroda 1 cm sebesar 10 mg/l dengan persen removal TSS 87,5%. Penurunan efisiensi terendah terdapat pada jarak elektroda 2,5 cm sebesar 24 mg/l dengan persen removal TSS sebesar 70%. Penurunan kadar TSS ini bersifat fluktuatif karena pembentukan partikel – partikel yang dihasilkan dari proses elektrokoagulasi yang akan terflotasi ke permukaan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [Saputra dan Farida \[5\]](#) hal ini disebabkan jarak elektroda yang terlalu dekat akan menyebabkan jumlah koagulan meningkat sehingga system terganggu akibat hubungan singkat elektroda.

Efisiensi penurunan kadar COD dan TSS pada proses elektrolisis, bergantung pada jarak elektroda. Jarak antar elektroda berdampak pada kecepatan transfer elektron antara anoda yang menerima elektron dengan katoda sebagai tempat terjadinya proses produksi. Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [Saputra dan Farida \[5\]](#) interaksi antar molekul menjadi lemah ketika jarak antar elektroda lebih dari 1 cm, dibuktikan dengan penurunan kadar COD limbah cair batik tertinggi pada jarak elektroda 1 cm sebesar 72,89% dengan nilai COD sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi adalah sebesar 877,4 mg/l.

### 4.3. Pengaruh Waktu Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS

Hasil analisa penurunan kadar COD dan TSS ditunjukkan pada [Gambar 4](#) merupakan grafik hubungan waktu tinggal (15, 30, 45, 60, 75 menit) dengan kuat arus 3 ampere dan jarak elektroda 1 cm terhadap hasil penurunan kadar COD dan TSS.



[Gambar 4](#). Grafik Hubungan Pengaruh Waktu Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS

Menurut grafik pada [Gambar 4](#), nilai COD yang diperoleh sesudah proses elektrokoagulasi mengalami penurunan, dimana penurunan COD pada variasi waktu 15, 30, 45, 60, dan 75 menit berturut-turut sebesar 75,48%, 78,06%, 83,87%, 88,39 dan 89,68%. Persen removal mengalami puncak tertinggi pada menit ke-75 sebesar 89,68%. Berdasarkan penelitian Setianingrum, N.I et al [8] penurunan tersebut terjadi karena anoda melepaskan lebih banyak ion  $Al^{3+}$  yang kemudian membentuk koagulan. Sehingga menghasilkan, ion  $Al^{3+}$  mengikat polutan yang ada dalam limbah cair tekstil.

Berdasarkan [Gambar 4](#). Nilai persen removal TSS tertinggi mencapai 87,5% pada menit ke-60. Pada menit ke 60 dan 75 nilai removal TSS bersifat fluktuasi, di mana nilai removal TSS mengalami penurunan kemudian meningkat kembali. Peningkatan nilai TSS juga bisa berasal dari peningkatan kekeruhan dalam sampel limbah. Hal ini juga sama dengan hasil yang didapatkan oleh Ningsih Erlinda et al [9], Persentase pengurangan TSS paling tinggi mencapai 78,71% pada menit ke-280. Pada interval waktu antara menit ke-280 dan ke-300, tingkat pengurangan TSS menunjukkan fluktuasi.

Penurunan TSS terjadi secara lebih efisien dengan meningkatnya waktu kontak, durasi kontak elektroda berkorelasi dengan jumlah muatan yang mengalir selama proses elektrokoagulasi dan tren ini didasarkan pada pengaruh pembentukan flokulan dan proses flotasi. Dengan adanya peningkatan jumlah ion logam yang terikat pada elektroda, hal ini mengakibatkan pengurangan kadar TSS [10].

Profil pengurangan persentase COD dan TSS menunjukkan pola yang serupa, di mana peningkatan durasi waktu proses elektrokoagulasi dapat meningkatkan persentase pengurangan COD dan TSS [11]. Namun, apabila melewati batas waktu optimalnya, persentase pengurangan COD dan TSS akan mengalami penurunan kembali. Penurunan ini terjadi karena larutan mencapai tingkat kejenuhan dan adanya gas hidrogen yang memicu terjadinya proses flotasi [8].

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, metode elektrokoagulasi mampu menurunkan konsentrasi COD dan TSS yang terkandung dalam air limbah batik. Semakin besar kuat arus, semakin dekat jarak elektroda, dan semakin lama waktu kontak maka penurunan kadar COD dan TSS dalam degradasi air limbah akan semakin efektif.

Penurunan kadar COD paling optimum terdapat pada variasi kuat arus 5 ampere, dengan jarak elektroda 1 cm, dan waktu kontak 60 menit yaitu sebesar 22,4 mg/l dengan persen removal COD sebesar 90,97%. Penurunan kadar TSS paling optimum terdapat pada variasi kuat arus 3 ampere, dengan jarak elektroda 1 cm, dan waktu kontak 60 menit yaitu sebesar 10 mg/l dengan persen removal TSS sebesar 87,5%.

## Referensi

- [1] H. R. Fidiastuti dan A. S. Lathifah, "Uji Karakteristik Limbah Cair Industri Batik Tulungagung: Penelitian Pendahuluan," *Seminar Nasional Pendidikan iologi Dan Saintek III [2018]*, hal. 296–300, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <https://publikasiilmiah.ums.ac.id>.
- [2] F. R. Kharisma, A. S. Riswanto, D. Aji, dan W. Widiasih, "APLIKASI ELEKTROKOAGULASI UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH BATIK," *Jurnal Abdikarya : Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa*, vol. 01, no. 2, hal. 5, 2018.
- [3] B. L. Devy dan A. R. Haryanto, "Jurnal Teknik Kimia USU Pengaruh Beda Potensial dan Waktu Kontak terhadap Penurunan Kadar COD," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 10, no. 2, hal. 63–69, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://talenta.usu.ac.id/jtk> [Diakses pada 4 April].
- [4] S. Novita, "Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik Dan Waktu Pengadukan Pada Proses Elektrokoagulasi Untuk Penjernihan Air Baku PDAM Tirtanadi Ipa Sunggal," *Seminar Nasional Pendidikan Dasar Universitas Negeri Medan*, vol. 5, no. 3, hal. 31–44, 2017.
- [5] F. H. Edy Saputra, "Elektrokoagulasi Terhadap Pengolahan Effluent the Effect of Inter Electrode Distance on," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 5, no. 4, hal. 33–38, 2016.
- [6] R. K. Dewayani dan H. Haryanto, "Pengaruh Kuat Arus Dan Luas Penampang Elektroda Terhadap Penurunan Kadar Cod Dan Tss Pada Limbah Cair Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi," *Jurnal Envirotek*, vol. 13, no. 2, hal. 92–97, 2021, doi: 10.33005/envirotek.v13i2.161.
- [7] N. Fauzi, K. Udyani, D. Ridho Zuchrillah, dan F. Hasanah, "Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan ElektrodaAlumunium dan Besi pada Pengolahan Air Limbah Batik," *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*, no. 100, hal. 213–218, 2019.
- [8] N. P. Setianingrum, A. Prasetya, dan Sarto, "Pengaruh Tegangan dan Jarak Antar Elektroda Terhadap Pewarna RED dengan Metode Elektrokoagulasi," *Inovasi Teknik Kimia*, vol. 1, no. 2, hal. 93–97, 2016.
- [9] M. A. I. Ningsih Erlinda, Yustia Wulandari Mirzayanti, Achmad Chusnun Ni'am, Dita Aulia Fajrin, "ELEKTROKOAGULASI LIMBAH INDUSTRI SARUNG TENUN DENGAN ELEKTRODA Al-Zn DISUSUN SERI," *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, vol. 39, no. 1, hal. 67–76, 2022, doi: 10.22322/dkb.V36i1.4149.
- [10] E. J. Nujulia Subuharni, Masthura, "Penurunan Kadar Tss Dan Bod Pada Limbah

- Cair Laundry Dengan Metode Elektrokoagulasi,” *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 17, no. 1, hal. 41–47, 2023, doi: 10.33005/jurnal\_tekkim.v17i1.3487.
- [11] N. D. Lestari dan T. Agung, “Penurunan TSS dan Warna Limbah Batik,” *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 1, hal. 37–44, 2014.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

---