

## KEMAMPUAN ELEKTRODA ALUMINIUM DAN TEMBAGA DALAM MENURUNKAN POLUTAN PADA LIMBAH CAIR BATIK

Fathul Jamal Al Izzudin<sup>1)</sup>, Zahro Manudin Hamzah<sup>2)</sup>, Syahdana Auni Maulidya<sup>3)</sup>,  
Puja Windu Rahayu<sup>4)</sup>, Rizky Amalia Rahmaputri<sup>5)</sup>, Dodi Satriawan<sup>6)</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap

<sup>5</sup>Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap

<sup>6</sup>Teknik Kimia, Universitas Jayabaya

E-mail: dodi.ugm12@gmail.com

### Abstract

This study aims to determine the ability of aluminum (Al) and copper (Cu) electrodes in the electrocoagulation process to reduce organic pollutants found in batik liquid waste. This electrocoagulation process uses a plate measuring 10cm x 5cm x 0.3cm. This electrocoagulation process uses a current of 20 A and a voltage of 10 volts, 20 volts and 30 volts. The electrocoagulation process lasts for 30 minutes, where every 10 minutes an analysis is carried out to determine the ability of aluminum (Al) and copper (Cu) electrodes to reduce the levels of organic compounds in batik liquid waste. It was found that the higher the voltage and time of the electrocoagulation process using aluminum (Al) and copper (Cu) electrodes, the higher the acidity (pH), and the lower the levels of TDS, TSS, and COD in batik liquid waste. The optimum voltage and time to reduce pollutant levels in batik liquid waste is at a voltage of 30 Volts and a time of 30 minutes which is able to reduce TDS levels by 1977 ppm, TSS 60.75 ppm, COD 623.31 ppm and pH 10.94.

**Keywords:** *aluminum electrode, batik liquid waste, copper electrode, electrocoagulation, waste treatment*

## PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu warisan budaya khas bangsa Indonesia. Siregar *et al.*, (2020) menyebutkan bahwa lebih dari 6120 unit industri batik terdapat di Indonesia. Dalam proses pembuatan batik ini dilakukan berbagai macam proses seperti pencetakan, pencelupan, pewarnaan, pencucian dan pelorodan (pelepasan lilin / malam) (Suseno *et al.*, 2020). Proses pembuatan batik ini akan menghasilkan limbah cair batik dari proses-proses tersebut. Banyak industri batik yang kesulitan didalam menangani permasalahan limbah yang dihasilkan oleh proses pembuatan batik ini sehingga masih banyak industri batik yang membuang langsung limbah batiknya ke badan air di lingkungan. Pembuangan limbah batik ini dapat berefek negatif bagi ekosistem perairan (Indrayani, 2019). Keterbatasan biaya dan sulitnya pengolahan limbah batik menjadi permasalahan bagi UMKM industri batik. Dibutuhkan teknologi yang sederhana dan mudah

dioperasikan oleh UMKM industri batik yang salah satunya adalah menggunakan teknologi elektrokoagulasi.

Teknologi elektrokoagulasi merupakan teknologi yang menggunakan elektroda yang terbuat dari logam dan alirkan arus listrik (Elia & Widayatno, 2020). Didalam proses elektrokoagulasi ini, terdapat beberapa faktor didalam mempengaruhi proses penurunan kadar polutan didalam limbah cair yang berupa, tegangan, arus, waktu, jenis elektroda logam, dan derajat keasaman (Yulianto et al., 2019). Fauzi *et al.*, (2019) menggunakan elektroda alumunium dan besi didalam proses elektrokoagulasi untuk menurunkan kadar TSS, COD dan BOD pada limbah batik Hasil penelitian menunjukkan bahwa elektroda alumunium dan besi pada tegangan 12 volt dan waktu 150 menit mampu menurunkan kadar TSS sebesar 76,08%, COD 94,01% dan BOD 97,30%.

Fendriani *et al.*, (2020) menggunakan elektroda alumunium sebagai anoda dan besi sebagai katoda dalam menurunkan polutan TDS dan pH pada limbah batik. Hasil yang didapatkan berupa elektroda alumunium dan besi mampu menurunkan kadar TDS sebesar 50,56% dan pH meningkat hingga 80,83%. Sandi *et al.*, (2019) menggunakan dua elektroda alumunium pada limbah cair batik cual. Hasil yang didapatkan berupa dua elektroda alumunium meningkatkan kadar TDS, pH dan menurunkan kekeruhan limbah cair batik. Penelitian ini menggunakan elektroda alumunium sebagai sebagai anoda dan tembaga (Cu) sebagai katoda didalam menurunkan kadar *Total Suspended Solid* (TSS), derajat keasaman (pH), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Dissolved Solid* (TDS) pada limbah cair batik.

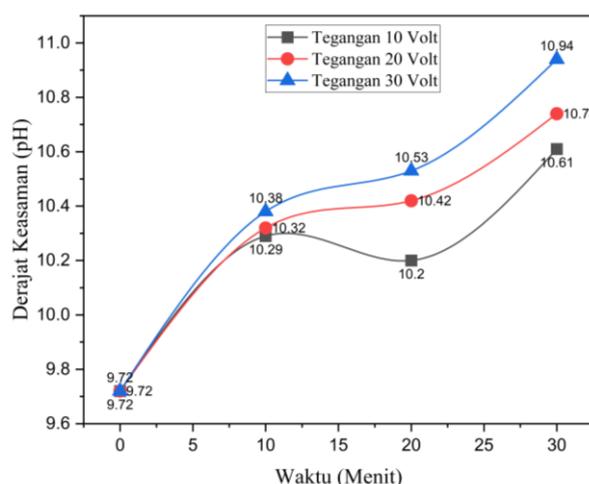
## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan bahan baku berupa limbah cair batik yang didapatkan dari industri UMKM batik di Kabupaten Cilacap, kertas saring, aquades ( $H_2O$ ), kalium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ), merkuri (II) sulfat ( $HgSO_4$ ), asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), silver sulfat ( $AgSO_4$ ), dan buffer 7. Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian ini berupa power suplai, elektroda alumanium (Al), elektroda tembaga (Cu), multimeter, pH meter, TDS meter, oven, desikator, neraca analitik, beker gelas 1 L, labu ukur 1 L, reaktor elektrokoagulasi, dan spektrofotometer UV-VIS. Elektroda alumanium dan tembaga berbentuk lempengan dengan panjang 10 cm, lebar 5 cm dan ketebalan 0,3 cm. Proses elektrokoagulasi dilakukan dengan memasukkan limbah cair tahu kedalam reaktor

koagulasi disertai dengan elektroda aluminium (Al) sebagai anoda dan tembaga (Cu) sebagai katoda. Jarak antara elektroda aluminium dan tembaga sejauh 10 cm. Proses elektrokoagulasi berlangsung pada tegangan 10, 20 dan 30 volt dengan arus 20 A. Proses berlangsung selama 30 menit dan setiap 10 menit diambil sampel untuk dianalisis. Analisis yang dilakukan berupa analisis derajat keasaman (pH), *Total Suspended Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Analisis derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter. Analisis TSS menggunakan TDS meter. Analisis COD menggunakan spektrofotometer UV-VIS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah cair batik yang telah dilakukan proses elektrokoagulasi dengan arus 20 A dan tegangan 10, 20 dan 30 volt selanjutnya diambil sampel limbah cair batik setiap 10 menit sekali selama 30 jam. Sampel limbah cair batik ini dianalisis yang pertama berupa analisis derajat keasaman (pH). Analisis derajat keasaman (pH) dari proses elektrokoagulasi berfungsi untuk mengetahui pengaruh tegangan dan arus terhadap nilai derajat keasaman (pH) dari limbah cair batik yang telah dilakukan proses elektrokoagulasi. Nilai derajat keasaman (pH) yang rendah atau asam dapat menyebabkan proses pengikisan yang cepat terhadap logam elektroda pada proses elektrokoagulasi (Kurniati & Mujiburohman, 2020). Gambar 1 menunjukkan hasil analisis derajat keasaman pada masing-masing tegangan dan waktu proses elektrokoagulasi.

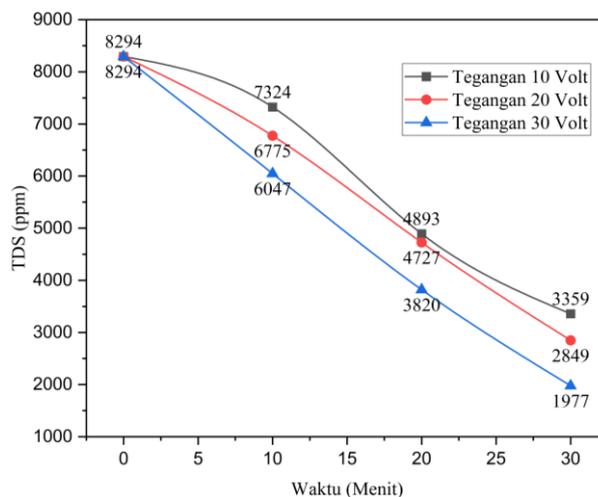


Gambar 1. Kadar Keasaman (pH) Limbah Cair Tahu pada Masing-masing Tegangan dan Lama Proses Elektrokoagulasi

Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin lama waktu proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) maka semakin meningkat nilai derajat keasaman (pH) dari limbah cair batik. Nilai derajat keasaman (pH) awal dari limbah cair tahu menunjukkan pada nilai 9,72. Nilai basa pada limbah cair batik ini dipengaruhi oleh senyawa sintetis yang berasal dari remazol, naphthol, indigosol, maupun rapid (Kurniawan, 2021). Adanya proses elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) menyebabkan nilai derajat keasaman (pH) pada limbah cair batik meningkat. Hal ini dapat dilihat pada setiap 10 menit nilai derajat keasaman (pH) limbah cair batik meningkat hingga pada range 10,61 – 10,94. Selain itu, dari analisis derajat keasaman dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai tegangan (voltasi) pada proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) maka semakin besar nilai derajat keasaman (pH) pada limbah cair batik. Begitu juga semakin lama proses elektrokoagulasi dilakukan maka semakin meningkat nilai derajat keasamannya (pH). Amri, Destinefa dan Zultiniar, (2020) menyebutkan meningkatnya derajat keasaman (pH) pada proses elektrokoagulasi disebabkan karena logam yang berasal dari elektroda bereaksi dengan air menjadi senyawa basa. Pada elektroda aluminium (Al) yang digunakan pada penelitian ini, logam aluminium (Al) bereaksi dengan air menjadi aluminium hidroksida ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) Kurniati dan Mujiburohman, (2020). Begitu juga pada elektroda tembaga (Cu) akan bereaksi dengan air menjadi tembaga hidroksida ( $\text{Cu}(\text{OH})_3$ ) Rachmawati, Surya dan Mirwan, (2016). Aluminium hidroksida ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) dan tembaga hidroksida ( $\text{Cu}(\text{OH})_3$ ) yang terbentuk inilah yang meningkatkan nilai derajat keasaman yang terdapat didalam limbah cair batik.

PERDA JATENG No.5, (2012) menyebutkan bahwa baku mutu limbah cair batik yang aman untuk dibuang ke lingkungan sebesar 6,0 – 9,0. Gambar 1 menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) tidak mampu menurunkan derajat keasaman (pH) limbah cair batik sehingga memenuhi baku mutu limbah cair batik yang telah ditetapkan oleh PERDA JATENG No.5, (2012). Dibutuhkan penurunan derajat keasaman (pH) awal limbah batik pada rentang baku mutu dan penambahan buffer untuk membuat kondisi limbah cair batik berada pada rentang baku mutu dan tidak menyebabkan peningkatan derajat keasaman

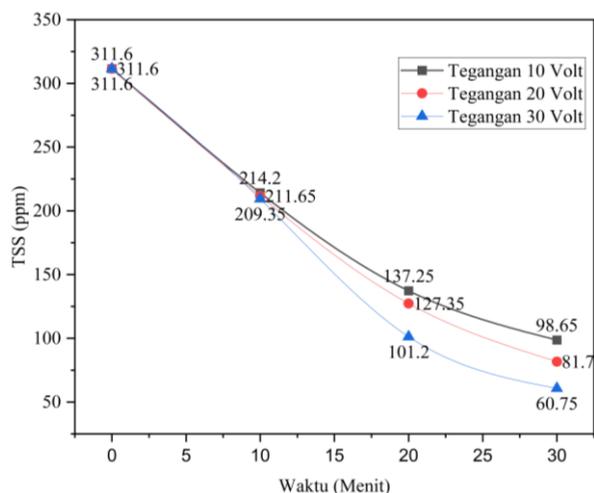
menjadi basa (Fendriani et al., 2020). Selain analisis derajat keasaman, limbah cair batik juga dilakukan analisis *Total Dissolved Solid* (TDS) yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. *Total Dissolved Solid* (TDS) Limbah Cair Tahu pada Masing-masing Tegangan dan Lama Proses Elektrokoagulasi

Analisis *Total Dissolved Solid* (TDS) pada limbah cair batik berfungsi untuk mengetahui pengaruh tegangan dan lama proses elektrokoagulasi terhadap padatan atau partikel yang terbentuk selama proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu). Padatan atau partikel ini merupakan padatan atau partikel yang larut didalam air (Sandra et al., 2022). Gambar 2 menunjukkan bahwa limbah cair batik awal sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi memiliki nilai TDS sebesar 8294 ppm. Proses elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) mampu menurunkan kadar TDS didalam limbah cair batik. Nilai TDS terendah yang mampu diturunkan para proses elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) yaitu pada tegangan 30 Volt sebesar 1977 ppm. Gambar 2 juga menunjukkan bahwa semakin lama proses elektrokoagulasi maka semakin besar kadar TDS yang mampu diturunkan. Begitu juga semakin besar tegangan yang diberikan pada proses elektrokoagulasi maka semakin tinggi kadar TDS yang mampu diturunkan. Kadar TDS yang rendah ini disebabkan padatan atau partikel yang larut didalam limbah cair batik bereaksi dengan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) (Kurniati & Mujiburohman, 2020; Rahima & Widayatno, 2020). Reaksi ini akan membentuk endapan yang terendapkan pada bagian bawah reaktor elektrokoagulasi

membentuk flok-flok. Selain analisis TDS, limbah cair batik juga dilakukan analisis *Total Suspended Solid* (TSS) yang ditunjukkan pada gambar 3.

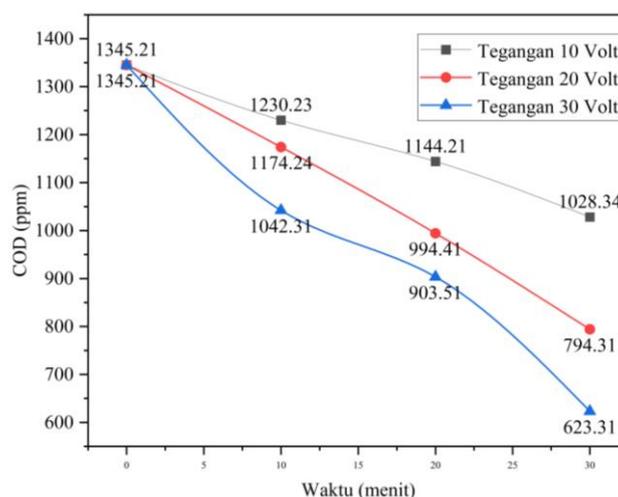


Gambar 3. *Total Suspended Solid* (TSS) Limbah Cair Tahu pada Masing-masing Tegangan dan Lama Proses Elektrokoagulasi

Analisis *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair batik bertujuan untuk mengetahui kandungan partikel didalam limbah cair batik yang tidak larut dan berukuran lebih besar dari 2  $\mu\text{m}$  atau sebesar ukuran koloid (Satriawan et al., 2023). Koloid ini masih mengambang pada limbah cair batik dan tidak sulit untuk dapat mengendap. Gambar 3 menunjukkan bahwa limbah cair batik awal sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) memiliki kadar TSS sebesar 311,6 ppm. Proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) mampu menurunkan kadar TSS hingga pada rentang 60,75 – 98,65 ppm. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar tegangan atau voltase yang diberikan pada proses elektrokoagulasi maka semakin tinggi kadar TSS yang dapat diturunkan. Begitu juga semakin lama proses elektrokoagulasi dilakukan maka semakin besar kadar TSS dapat diturunkan. Kadar TSS yang optimal dapat diturunkan pada proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) yaitu pada tegangan 30 volt yang mampu menurunkan kadar TSS sebesar 60,75 ppm.

PERDA JATENG No.5, (2012) menyebutkan bahwa baku mutu TSS limbah cair batik yang boleh dibuang ke badan air lingkungan yaitu sebesar maksimal 50 mg/L.

Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa kadar TSS pada limbah cair batik yang telah dilakukan proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh PERDA JATENG No.5, (2012) yaitu memiliki nilai akhir limbah cair batik berkisar 60,75 – 98,65 ppm. Penambahan waktu pada proses elektrokoagulasi dapat meningkatkan penurunan kadar TSS yang terdapat pada limbah cair batik. Analisis yang terakhir yang dilakukan pada limbah cair batik adalah analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. *Chemical Oxygen Demand* (COD) Limbah Cair Tahu pada Masing-masing Tegangan dan Lama Proses Elektrokoagulasi

Analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah cair batik bertujuan untuk mengetahui kemampuan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) pada proses elektrokoagulasi didalam menurunkan kadar senyawa organik yang terkandung didalam limbah cair batik. Kandungan senyawa organik ini berasal dari senyawa remazol, naphthol, indigosol, maupun rapid (Suseno et al., 2020). Gambar 4 menunjukkan bahwa kandungan COD awal limbah cair batik sebesar 1345,21 ppm. Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) mampu menurunkan kadar COD yang terdapat didalam limbah cair batik. Hasil analisis COD ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tegangan atau voltasi pada proses elektrokoagulasi maka semakin besar kadar COD yang mampu diturunkan. Begitu juga semakin lama proses elektrokoagulasi dilakukan maka semakin besar kadar

COD yang dapat diturunkan pada limbah cair batik. Kadar COD optimal yang mampu diturunkan pada proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) sebesar 623,31 pada tegangan 30 volt. Turunnya kadar COD ini disebabkan oleh senyawa organik yang terdapat didalam limbah cair batik bereaksi dengan elektroda pada elektrolisis sehingga membentuk karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dan gas hidrogen ( $\text{H}_2$ ) (Satriawan et al., 2023).

Berdasarkan PERDA JATENG No.5, (2012) menyebutkan bahwa baku mutu COD pada limbah cair batik yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan air lingkungan yaitu sebesar 150 ppm. Nilai kadar COD ini masih dibawah nilai COD yang dihasilkan pada proses elektrokoagulasi pada limbah cair batik. Nilai COD minimal yang dihasilkan pada proses elektrokoagulasi yang ditunjukkan pada gambar 4 yaitu sebesar 623,31 ppm. Dibutuhkan waktu tambahan didalam proses elektrokoagulasi pada limbah cair batik ini sehingga didapatkan nilai COD yang berada dibawah nilai baku mutu yang telah ditetapkan oleh PERDA JATENG No.5, (2012).

## **SIMPULAN**

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian kemampuan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) dalam menurunkan polutan pada limbah cair batik yaitu:

1. Semakin tinggi tegangan atau voltase yang diberikan pada proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) maka semakin tinggi derajat keasaman (pH), serta semakin turun kadar TDS, TSS, dan COD pada limbah cair batik.
2. Semakin lama proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium (Al) dan tembaga (Cu) maka semakin tinggi derajat keasaman (pH), serta semakin turun kadar TDS, TSS, dan COD pada limbah cair batik.
3. Tegangan dan waktu optimum didalam menurunkan kadar polutan dalam limbah cair batik yaitu pada tegangan 30 Volt dan waktu 30 menit yang mampu menurunkan kadar TDS sebesar 1977 ppm, TSS 60,75 ppm, COD 623,31 ppm serta pH 10,94.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Amri, I., Destinefa, P., & Zultiniar, Z. (2020). Pengolahan limbah cair tahu menjadi air

- bersih dengan metode elektrokoagulasi secara kontinyu. *Chempublish Journal*, 5(1), 57–67. <https://doi.org/10.22437/chp.v5i1.7651>
- Elia, G. G., & Widayatno, R. (2020). Penurunan Kadar Cod Bod Dan Tss Limbah Cair Pabrik Tahu. *The 11th University Research Colloquium 2020 Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 72–78.
- Fauzi, N., Udyani, K., Ridho Zuchrillah, D., & Hasanah, F. (2019). Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan ElektrodaAlumunium dan Besi pada Pengolahan Air Limbah Batik. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*, 100, 213–218.
- Fendriani, Y., Nurhidayah, Handayani, L., Rustan, & Samsidar. (2020). Pengaruh Variasi Jarak Elektroda Dan Waktu Terhadap Ph Dan Tds Limbah Cair Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Journal Online of Physics*, 5(2), 59–64.
- Indrayani, L. (2019). Teknologi Pengolahan Limbah Cair Batik dengan IPAL BBKB Sebagai Salah Satu Alternatif Percontohan bagi Industri Batik. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan," April*, 1–9.
- Kurniati, T. R., & Mujiburohman, M. (2020). Pengaruh Beda Potensial dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Laundry. *The 11th University Research Colloquium 2020 Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 309–313.
- Kurniawan, H. F. (2021). Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Jarak Elektroda terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Syntax Idea*, 3(11). <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v3i11.1578>
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah (2012).
- Rachmawati, B., Surya, Y., & Mirwan, M. (2016). Proses Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Laundry. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 6(11), 31.
- Rahima, F. N., & Widayatno, T. (2020). Penurunan Kadar COD, BOD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Elektrokoagulasi Secara Kontinyu Menggunakan Elektroda Aluminium (Al). *Jurnal Proceeding of The URECOL*, 11, 72–78.
- Sandi, Nurdandi, D., Afriani, F., & Tiandho, Y. (2019). Pengaruh Jarak Antar Plat Dalam Penjernihan Limbah Batik Cual Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Proceedings Of National Colloquium Research And Community Service*.
- Sandra, L., Jasin, F. M., Pido, R., Ritnawati, Udyani, K., Patimah, Sari, D. K., Satriawan, D., Fajar, H., Ningsih, E., & Sinaga, J. (2022). *Proses Pengolahan Limbah*. PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI.
- Satriawan, D., Pramita, A., & Santoso, A. (2023). Efektivitas Dan Laju Penurunan Kadar COD Dan TSS Air Limbah Artifisial Dengan Proses Elektrokoagulasi. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (SEHATI ABDIMAS) 2023*, 6(1), 149–157.
- Siregar, A. P., Raya, A. B., Nugroho, A. D., Indana, F., Prasada, I. M. Y., Andiani, R., Simbolon, T. G. Y., & Kinasih, A. T. (2020). Upaya Pengembangan Industri Batik Di Indonesia. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 37(1). <https://doi.org/10.22322/dkb.V36i1.4149>

- Suseno, H., Hidayati, N., Irfan, M., Amri, F., Alonto, C., Putri Irvanna, & Galih, N. R. P. (2020). Pedoman Penerapan dan Sertifikasi SNI Produk Batik. In *Badan Standardisasi Nasional*. Badan Standardisasi Nasional. <https://perpustakaan.bsn.go.id/repository/3ac95fed95fb1b0d82e7e1c88125a221.pdf>
- Yulianto, A., Hakim, L., Purwaningsih, I., & Pravitasari, V. A. (2019). Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Pada Skala Laboratorium Dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 5(1), 6–11.