

**PENGARUH WAKTU DAN VOLTASE PADA
ELEKTROKOAGULASI LIMBAH BATIK CAIR
MENGUNAKAN ELEKTRODA Al/Cu**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh:

ANANDARU DINDA SARASWATI L.

D500150083

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH WAKTU DAN VOLTASE PADA ELEKTROKOAGULASI
LIMBAH BATIK CAIR MENGGUNAKAN ELEKTRODA Al/Cu**

PUBLIKASI ILMIAH

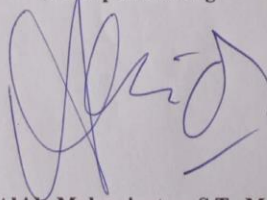
Oleh :

Anandaru Dinda Saraswati I.

D500150083

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen pembimbing



Dr. Akida Mulyaningtyas S.T., M.Sc.

NIDN. 0604107401

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH WAKTU DAN VOLTASE PADA ELEKTROKOAGULASI
LIMBAH BATIK CAIR MENGGUNAKAN ELEKTRODA Al/Cu

Oleh:

Anandaru Dinda Saraswati I.

D500150083

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas teknik

Universitas muhammadiyah surakarta

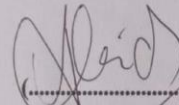
Pada *Senin, 24 Februari 2020*

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

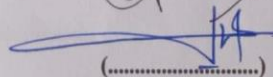
1. Dr. Akida Mulyaningtyas S.T., M.Sc.

(Ketua Dewan Penguji)



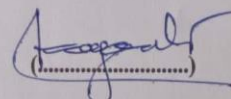
2. Tri Widayatno S.T., M.Sc., Ph.D

(Anggota I Dewan Penguji)



3. Ir. Haryanto M.S

(Anggota II Dewan Penguji)



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

Universitas Muhammadiyah Surakarta



Sri Sunarjono M.T., Ph.D, IPM

NIDN. 0630126302

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 20 Februari 2020

Penulis



Anandaru Dinda Saraswati

D500150083

PENGARUH WAKTU DAN VOLTASE PADA ELEKTROKOAGULASI LIMBAH BATIK CAIR MENGGUNAKAN ELEKTRODA Al/Cu

Abstrak

Industri kain batik menggunakan banyak air untuk proses pewarnaan dan pencucian. Banyaknya penggunaan air dalam industri kain batik menghasilkan limbah cair yang mengandung *chemical oxygen demand* (COD), *suspended solids*, *dissolved solids*, dan logam berat seperti timbal dan sebagainya yang digunakan dalam proses pewarnaan dan pencucian. Metode yang dapat digunakan untuk menurunkan parameter yang ada dalam limbah cair batik salah satunya adalah dengan metode elektrokoagulasi. Metode elektrokoagulasi merupakan metode yang menggunakan energi listrik untuk dapat bereaksi dan menggunakan dua elektroda yaitu elektroda negatif dan positif. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar COD dan kadar logam timbal dengan menggunakan elektroda Al/Cu. Variasi waktu elektrokoagulasi yaitu 30, 60, 90, 120 menit dan voltase yaitu 5, 10, 15, dan 20 Volt. Hasil yang diperoleh yaitu penurunan kadar COD dan timbal terbesar terdapat pada saat waktu elektrokoagulasi 120 menit dan voltase 20 volt dengan nilai sebesar 58,8235 mg/L dan 0,3330 mg/L.

Kata Kunci : Limbah Cair Batik, Elektrokoagulasi, Chemical oxygen demand, COD, Logam Berat Timbal, elektroda, tembaga, aluminium.

Abstract

Batik industries use lots of water for the coloring and washing process. Hence, it generates waste water containing chemical oxygen demand (COD), suspended, dissolved solids as well as heavy metal like lead. One of the methods to reduce lead and COD content is electrocoagulation. It uses electrical energy and converts it into a chemical reaction on electrodes. This research intended to reduce COD and lead concentration using aluminium and copper as the electrodes. The chosen independent variables were time and voltage. Time variations (30, 60, 90, and 120 minutes) and voltage variation (5, 10, 15, and 20 Volt). Based on the analyses performed the highest reduction of COD and lead concentration was at 120 minutes and 20 volt. The concentration of COD after the electrocoagulation was 58,8235 mg/L while the concentration of lead was 0,333 mg/L

Keywords: Batik waste water, electrocoagulation, lead, COD, copper, aluminium

1. PENDAHULUAN

Proses industri batik yang meliputi persiapan kain putih, penambahan kanji dan penghilangan kanji, pewarnaan, pencetakan, pencelupan, pengeringan, pencucian sampai tahap penyempurnaan menghasilkan limbah cair dengan parameter BOD,

COD tinggi serta juga logam berat. Limbah dengan karakteristik tersebut dapat menimbulkan dampak degradasi atau kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia dalam spektrum waktu yang panjang dan rusaknya lingkungan (Murniati dan Muljadi, 2013).

Adanya logam berat di perairan berbahaya secara langsung terhadap kehidupan biota perairan dan secara tidak langsung dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Hal ini karena sifat-sifat logam berat yang sulit terdegradasi sehingga sulit dihilangkan (Budiastuti dkk., 2016). Logam timbal (Pb) jika masuk kedalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan maka akan menimbulkan efek negatif terhadap fungsi fisiologis tubuh (Palar, 1994).

Pengolahan limbah cair kain batik secara *advanced* menggunakan elektrokoagulasi dianggap efektif, ekonomis untuk mengolah limbah cair industri batik (Chen dkk., 2005). Metode elektrokoagulasi merupakan gabungan dua proses yaitu proses elektrokimia dan proses flokulasi-koagulasi (Prayitno & Kismolo, 2012). Dalam proses elektrokoagulasi elektroda akan membentuk koagulan yang digunakan untuk memisahkan kontaminan dalam limbah (Kobyas dkk., 2003).

Penelitian terdahulu tentang penanganan limbah hasil pengolahan logam tanah jarang dengan metode elektrokoagulasi menggunakan elektroda alumunium / alumunium, alumunium / tembaga, dan tembaga / alumunium berhasil dilakukan oleh Mulyani,dkk (2017) dengan persentase penurunan kadar logam berat menggunakan alumunium / tembaga sebesar 96 %.Oleh karena itu, akan dilakukan elektrokoagulasi dengan alumunium di anoda dan tembaga di katoda untuk menurunkan kadar logam berat yang terkandung dalam limbah cair industri batik.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh elektrokoagulasi limbah cair batik dengan elektroda Al/Cu dengan variasi waktu dan voltase terhadap penurunan kadar COD dan kadar timbal.

2. METODE

Metode yang digunakan adalah proses elektrokoagulasi dengan variasi waktu (30, 60, 90, dan 120 menit) dan voltase (5, 10, 15, dan 20 volt).

2.1. Alat yang digunakan dalam penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu botol coklat, buret, corong, DC power supply, elektroda aluminium, elektroda tembaga, erlenmeyer, gelas beker, gunting logam, hotplate, karet hisap, kertas saring, kuvet, labu ukur, magnetic stirrer, neraca analitik, pipet ukur, pipet volume, spektrofotometer UV-Vis, termometer.

2.2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Aquadest, $C_2H_2O_4$, H_2SO_4 , $KMnO_4$, limbah batik, Pb.

2.3. Prosedur penelitian

1. Elektrokoagulasi.

Elektroda dimasukkan ke dalam reaktor yang berisi limbah cair batik. Kemudian dilakukan reaksi elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium dan tembaga dengan variasi tegangan dan waktu.

2. Pengujian kadar logam berat.

a. Menentukan kurva kalibrasi.

Dimulai dengan melarutkan Pb 1 gr kedalam labu ukur 1L dengan aquadest. Kemudian diambil 1 mL, 2 mL, 3mL, 4mL dan dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan H_2SO_4 13.9 mL dan aquadest. kemudian diambil secukupnya dan ditaruh ke dalam kuvet untuk menentukan panjang gelombang optimal.

b. Analisa kadar logam berat.

Hasil elektrokoagulasi dan sampel awal masing masing dimasukkan kedalam kuvet dan diuji pada panjang gelombang optimal yang telah didapatkan dari kurva kalibrasi.

3. Pengujian kadar COD.

a. Pembuatan Larutan Pereaksi.

Diawali dengan pembuatan larutan standar primer $KMnO_4$ 0,04 N dengan melarutkan 1,276 gram $KMnO_4$ dengan aquadest dalam labu ukur hingga volume 1000 mL kemudian dipanaskan hingga mendidih dan selanjutnya larutan disaring menggunakan sinter glass dan disimpan dalam botol coklat.

Selanjutnya dilakukan pembuatan larutan H_2SO_4 4 N dengan mengencerkan 10,87 mL H_2SO_4 dengan aquadest hingga tanda batas pada labu ukur 100 mL. Terakhir dilakukan pembuatan larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,01 N dengan menimbang $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,158 gram kemudian melarutkannya dengan aquadest hingga volume menjadi 250 mL.

b. Standarisasi Larutan KMnO_4 .

Diawali dengan dimasukkannya 10 mL larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,01 N dan 5 mL larutan H_2SO_4 4 N ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya dimasukkan larutan KMnO_4 0,04 N ke dalam buret. Kemudian larutan tersebut dititrasi dan larutan tersebut dipanaskan pada suhu $70-80^\circ\text{C}$. Selanjutnya mencatat kebutuhan titrasi sampai TAT dan mencatat volume larutan KMnO_4 sebagai volume a. Standarisasi larutan KMnO_4 dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$N \text{ KMnO}_4 = \left(\frac{(N \cdot V) \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{a \text{ ml KMnO}_4} \right)$$

c. Analisa COD

Diambil 1 mL limbah yang telah diolah dan diencerkan dengan 9 mL aquadest sampai volume larutan secara keseluruhan mencapai 10 mL. Kemudian dimasukkan limbah yang telah diencerkan ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya ditambah 5 mL larutan H_2SO_4 4 N dan a mL larutan KMnO_4 kemudian larutan tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Tahap selanjutnya adalah dimasukkannya KMnO_4 0,04 N ke dalam buret. Kemudian ditambahkan 10 mL larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,01 N ke dalam erlenmeyer dan dititrasi serta larutan tersebut dipanaskan pada suhu $70-80^\circ\text{C}$. Selanjutnya dicatat kebutuhan titrasi sampai titik akhir titrasi dan menghitung kadar COD dengan persamaan sebagai berikut

$$\text{COD} = [(a+b) \text{ mL} \times N \text{ KMnO}_4 \text{ standarisasi} - (N \times V) \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] \times 8000$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini diperoleh hasil dari proses elektrokoagulasi dengan beberapa variasi waktu elektrokoagulasi dan tegangan yang digunakan. Hasil setelah elektrokoagulasi yaitu terdapat endapan yang terbentuk diatas cairan berupa

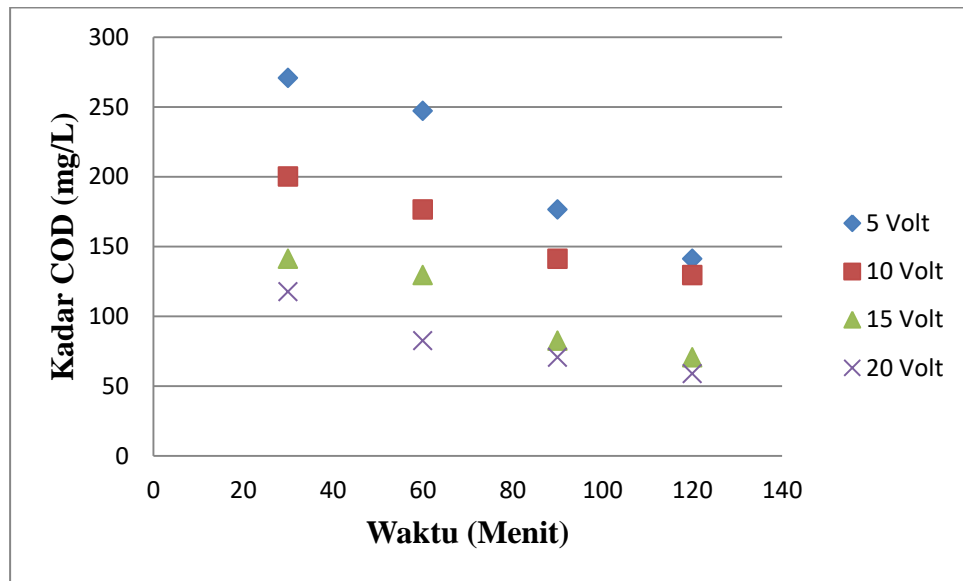
campuran padatan dan busa. Hal ini terjadi karena katoda yang bermuatan negatif menarik kation-kation yang akan tereduksi dan membentuk endapan. Selain terbentuknya flokulan, limbah setelah elektrokoagulasi mengalami perubahan warna menjadi lebih jernih.

3.1. Uji kadar COD

Dari penelitian ini didapatkan kadar COD pada berbagai variasi waktu dan tegangan yang digunakan pada saat elektrokoagulasi yaitu sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil uji kadar COD pada limbah batik cair

Voltase (Volt)	Waktu (Menit)	kadar (mg/L)
0	0	364,7058
5	30	270,5882
	60	247,0588
	90	176,4705
	120	141,1764
10	30	200
	60	176,4705
	90	141,1764
	120	129,4117
15	30	141,1764
	60	129,4117
	90	82,3529
	120	70,5882
20	30	117,6470
	60	82,3529
	90	70,5882
	120	58,8235



Gambar 1. Hubungan Waktu Elektrokoagulasi Dan Voltase Terhadap Kadar COD Limbah Cair Batik.

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa semakin besar waktu elektrokoagulasi dan semakin besar voltase maka kadar COD pada limbah batik cair semakin sedikit. Pada variasi voltase 15 dan 20 volt tidak terjadi perbedaan penurunan yang besar, hal ini dikarenakan flokulan yang terbentuk sudah jenuh dan terdapat *scaling* pada elektroda. Kadar awal limbah batik sebelum dielektrokoagulasi yaitu sebesar 364,7058 mg/L dan setelah di elektrokoagulasi kadar COD paling rendah yaitu 58,8235 mg/L didapatkan pada waktu elektrokoagulasi selama 120 menit dan voltase 20 volt.

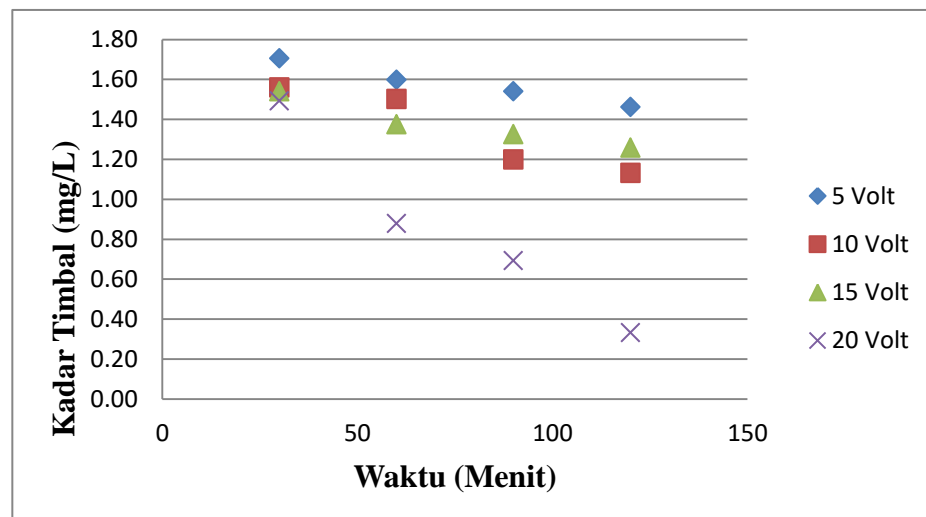
3.2. Uji kadar timbal

Dari penelitian ini didapatkan kadar logam timbal pada berbagai variasi waktu dan tegangan yang digunakan pada saat elektrokoagulasi yaitu sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Uji Kadar logam timbal Pada Limbah Batik Cair.

Voltase (Volt)	Waktu (Menit)	kadar (mg/L)
0	0	2,0370
5	30	1,7059
	60	1,5988
	90	1,5404
	120	1,4625
10	30	1,5599

Voltase (Volt)	Waktu (Menit)	kadar (mg/L)
	60	1,5015
	90	1,1996
	120	1,1315
15	30	1,5404
	60	1,3749
	90	1,3262
	120	1,2580
20	30	1,4917
	60	0,8783
	90	0,6933
	120	0,3330



Gambar 2. Hubungan Waktu Elektrokoagulasi Dan Voltase Terhadap Kadar Logam timbal (Pb) Limbah Cair Batik.

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa semakin besar waktu elektrokoagulasi dan semakin besar voltase maka kadar timbal pada limbah batik cair semakin sedikit. Kadar awal timbal pada limbah batik sebelum elektrokoagulasi yaitu sebesar 2,037 mg/L dan setelah elektrokoagulasi kadar timbal paling rendah yaitu 0,333 mg/L didapatkan pada waktu elektrokoagulasi selama 120 menit dan voltase 20 volt.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan kadar akhir COD dan timbal telah memenuhi baku mutu limbah industri batik yang telah ditentukan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 Tahun 2004.

Kadar akhir COD yang didapat dari proses elektrokoagulasi sebesar 58,8235 mg/L dengan baku mutu yang telah ditetapkan sebesar 100 mg/L. kadar akhir timbal yang didapat dari proses elektrokoagulasi sebesar 0,333 mg/L dengan baku mutu yang telah ditetapkan sebesar 1 mg/L

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian elektrokoagulasi limbah cair kain batik dengan menggunakan elektroda Al/Cu efektif menurunkan kadar logam timbal dalam sampel sebesar 83,65% dan menurunkan kadar COD dari limbah cair kain batik tersebut sebesar 83,87%. Semakin lama waktu dan voltase yang digunakan dalam elektrokoagulasi maka kandungan logam timbal dan COD dalam limbah semakin berkurang.

4.2. Saran

Dalam penelitian ini tidak dapat dipungkiri bahwa masih terdapat kekurangan maupun kesalahan. Oleh karena itu adapun beberapa saran untuk penelitian selanjutnya supaya lebih baik yaitu:

1. Perlunya penggantian dan pembersihan elektroda secara berkala agar menghasilkan penurunan kadar yang maksimal.
2. Perlu adanya variasi dalam merangkai alat agar proses dapat dilakukan secara *continue* atau *semi-batch*.

DAFTAR PUSTAKA

- BPOM. (2010). *Mengenal Logam Beracun*. Jakarta: Direktorat Pengawasan Produk Dan Bahan Berbahaya.
- Brady, J. ., & Humiston, G. . (1990). *General Chemistry: Principles And Structure*. New York: John Wiley And Sons, Inc.
- Budiastuti, P., Rahadjo, M., & Dewanti, N. (2016). Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal Di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (E-Journal)*, 4(5), 119–118.
- Chang, R. (2010). *Chemistry. Chemistry* (10th Ed.). New York: Mcgraw-Hill.
- Chen, X., Shen, Z., Zhu, X., Fan, Y., & Wang, W. (2005). Advanced Treatment Of Textile Wastewater For Reuse Using Electrochemical Oxidation And

- Membrane Filtration. *Water Sa*, 31(1), 127–132.
- Hussain, J., Hussain, I., & Arif, M. (2004). Characterization Of Textile Wastewater. *Journal Of Industrial Pollution Control*, 20(1), 137–144.
- Junaidi, A., & Amin, S. (2013). Pengembangan Metode Pembuatan Elektroda Tembaga – Karbon Dengan Metalurgi Serbuk. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 15, 10.
- Kementrian LH. (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5. Jakarta
- Koby, M., Can, O. T., & Bayramoglu, M. (2003). Treatment Of Textile Wastewaters By Electrocoagulation Using Iron And Aluminum Electrodes. *Journal Of Hazardous Materials*, 100(1–3), 163–178.
- Mulyani, I. M., Prayitno, Mahatmanti, F. W., & Kusumastuti, E. (2017). Pengaruh Jenis Plat Elektroda Pada Proses Elektrokoagulasi Untuk Menurunkan Kadar Thorium Dalam Limbah Hasil Pengolahan Logam Tanah Jarang. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir Pusat*, (November), 401–412.
- Murniati, T., & Muljadi. (2013). Pengolahan Limbah Batik Cetak Dengan Menggunakan Metode Filtrasi-Elektrolisis Untuk Menentukan Efisiensi Penurunan. *Ekulibrium*, 12(1), 27–36.
- Naria, E. (2005). Mewaspada Dampak Bahan Pencemar Timbal (Pb) Di Lingkungan Terhadap Kesehatan. *Jurnal Komunikasi Penelitian*, 17(4), 66–72.
- Palar, H. (2008). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: PT. Rineke Cipta.
- Prayitno, & Kismolo, E. (2012). Percobaan Awal Proses Elektrokoagulasi Sebagai Metode Alternatif Pada Pengolahan Limbah Cair. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah-Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir*, 94–99.
- Riadi, L., Ferydhiwati, W., & Loeman, L. D. S. (2016). Pengolahan Primer Limbah Tekstil Dengan Elektrokoagulasi Dan Analisa Biaya Operasi, (October 2014).

- Riyanto, & Nisaa, C. (2017). Preparation Of Carbon-Polyvinyl Chloride (C-Pvc) And Its Application For Electrodes To Electrochemical Degradation Of Batik Wastewater. *Journal Of Physics: Conference Series*, 909(1).
- Subramaniam, D., & Halim, A. A. (2014). Effect Of Electrochemical Oxidation On Biodegradability And Toxicity Of Batik Industry Wastewater, 597(2014), 597–602.
- Wijayanti, U., & Utami, B. (2010). Analisis Kajian Implementasi Pendekatan Sains, Teknologi Dan Masyarakat (Stm) Pada Bahan Ajar Redoks Dan Elektrokimia. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Fkip Uns 2010*, 154–163.
- Wiyanto, E., Harsono, B., Makmur, A., Pangputra, R., Kurniawan, M. S., & Julita. (2014). Penerapan Elektrokoagulasi Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Universitas Trisakti*, 12(1), 19–36.
- Woodard, F. (2002). *Industrial Waste Treatment Handbook. Journal Of Hazardous Materials* (Vol. 90). Woburn, Massachusetts: Butterworth–Heinemann.
- Yulianto, A., Hakim, L., Purwaningsih, I., & Pravitasari, V. A. (2009). Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Pada Skala Laboratorium Dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 5(1), 6–11.