

## Penyisihan Kadar COD dan TSS Pada Limbah Cair Pewarnaan Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi

Yesi Arnita<sup>1)</sup>, Shinta Elystia<sup>2)</sup>, Ivnaini Andesgur<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Teknik Lingkungan S1 <sup>2)</sup>Dosen Teknik Lingkungan S1  
Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Bina Widya, Jl. HR Soebrantas, Km.12,5, Panam – Pekanbaru  
Email: yesi.arnitta@gmail.com

### ABSTRACT

*Wastewater from the textile industry has adverse effects on the environment if disposed of into the waters without any processing. Naphtol is one of the sources of pollutant wastewater coloring batik. Electrocoagulation is one of the alternative method of processing wastewater textiles. This research aims to know the efficiency decreased levels of COD and TSS contained in wastewater through the process electrocoagulation. Research carried out in batch by using aluminium as electrodes that size 17cm by 17cm x 3cm. The size of the reactor electrocoagulation is 30cm x 25cm x 25cm, 1 cm electrode spacing and waste from Volume 10 L. The voltage used was 10, 15, and 20 volts and then sample taken on 15, 30 and 45 minutes while electrodes from the electricity. The analysis showed a decrease in concentration on the parameters of the tested where the span of the efficiency of the allowance for a maximum range of the COD (80-00, 98, 20 %) and TSS (90, 83 % - 95, 83 %). This condition occurs at the time of tension 20 volts in 45 minutes. Based on the Anova to use SPSS.16, found that the voltage and time factor affecting the decrease in the concentration of 94.8% COD and TSS 93.1%. The rest is affected by unknown factors.*

**Keywords:** *Electrocoagulation, wastewater batik, voltage, contact time, COD*

### PENDAHULUAN

Limbah cair dari industri tekstil memiliki dampak buruk terhadap lingkungan karena beberapa diantaranya bersifat tidak dapat diurai secara alami dan karsinogenik sehingga harus dikelola secara benar (Babu *et al.*, 2007). Buangan zat warna merupakan pencemar yang

dampaknya paling cepat terdeteksi secara kasat mata walaupun kadarnya dibawah 1 ppm (Pareira dan Alves, 2012). Pewarna yang digunakan dalam proses pewarnaan batik di Rumah Batik Andalan adalah jenis pewarna sintesis, yaitu salah satunya pewarna naphthol. Selain berbahaya bagi manusia bahan pewarna naphthol

bisa mengakibatkan terganggunya ekosistem perairan jika dibuang bebas ke perairan.

Berdasarkan pertimbangan kelemahan proses-proses pengolahan limbah cair tekstil secara kimia dan biologi, dikembangkan metode pengolahan baru untuk mengolah limbah tekstil tanpa menggunakan bahan kimia/koagulan dan biaya yang relatif lebih murah serta jumlah *sludge* yang lebih sedikit yaitu dengan metode elektrokoagulasi. Berdasarkan penelitian Riadi dkk., (2014) Jumlah *sludge* yang terbentuk dari pengolahan limbah tekstil dengan teknologi elektrokoagulasi 3,4% lebih sedikit jika dibandingkan dengan koagulasi menggunakan bahan kimia. Perbedaan ini disebabkan karena *sludge* yang dihasilkan dengan elektrokoagulasi mengandung ikatan air yang lebih sedikit dan tidak ada sulfat yang ikut mengendap sebagai *sludge*. Selain itu, Biaya operasi untuk mengolah limbah dengan elektrokoagulasi 52,35% lebih murah dibandingkan dengan koagulasi dengan bahan kimia.

Proses elektrokoagulasi terbentuk melalui pelarutan logam dari anoda yang kemudian berinteraksi secara simultan dengan ion hidroksi dan gas hidrogen yang dihasilkan dari katoda. Dalam proses elektrokoagulasi akan terjadi proses reaksi reduksi dimana logam-logam akan direduksi dan diendapkan di kutub negatif, sedangkan elektroda positif akan teroksidasi yang berfungsi sebagai koagulan. Elektrokoagulasi merupakan proses elektrolisis, dengan demikian maka

membutuhkan tenaga listrik, penghantar listrik dan elektroda. Untuk elektrokoagulasi yang dibutuhkan adalah listrik arus searah (DC), penghantar listriknya adalah larutan elektrolit, dalam hal ini adalah air yang akan diolah, sedangkan elektroda yang digunakan pada umumnya adalah aluminium yang memiliki sifat sebagai koagulan.

## METODOLOGI

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Reaktor Elektrokoagulasi yang terbuat dari akrilik dengan ukuran 30 cm x 25 cm x 25 cm sebagai wadah sampel limbah cair batik, Plat Aluminium ukuran 17 cm x 17 cm dengan tebal 3 mm sebagai elektroda, Kabel Katoda-Anoda, kawat tembaga, *Power Supply* DC, erlenmeyer, buret dan statif, timbangan analitik, oven, desikator, *vacum pump*, dan kertas saring *whattman*. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: 10 liter limbah cair dari proses pewarnaan batik Rumah Batik Andalan PT.RAPP, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, aquades, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, indikator ferroin dan larutan FAS.

### Variabel Penelitian

#### Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Jumlah sampel air limbah dari proses pewarnaan batik sebanyak 10 liter
- b. Dimensi rangkaian bak elektrokoagulasi .
- c. Jarak antar plat 1 cm.

### Variabel Berubah

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- A. Tegangan : 10, 15, 20 volt
- B. Waktu kontak : 15, 30, 45 menit

### Prosedur Penelitian

#### Percobaan Utama

Dalam percobaan utama ini dilakukan beberapa tahapan, yaitu:

1. Sebanyak 10 liter air limbah cair dari proses pewarnaan batik dimasukkan ke dalam bak elektrokoagulasi yang telah dibuat.
2. Aliran listrik dari *Power supply* DC dialirkan melalui kabel katoda anoda yang telah terpasang/terhubung di sisi kanan dan kiri bak elektrokoagulasi kemudian aliran listrik akan mengalir ke tiap-tiap ke plat aluminium.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa variasi perlakuan pada limbah cair saat diolah. Variasi perlakuan dalam penelitian ini adalah:

- a. Pada 10 liter sampel air limbah dari proses pewarnaan batik yang dimasukkan ke dalam bak elektrokoagulasi diberi aliran listrik DC dengan tegangan listrik yang digunakan adalah 10, 15 dan 20 volt.
- b. Pada masing-masing variasi tegangan dalam penelitian ini efluen diambil pada setiap menit ke-15, 30 dan 45 menit.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Uji Awal Parameter COD dan TSS Pada Limbah Cair Pewarnaan Batik Rumah Batik Andalan

Hasil uji awal parameter limbah cair batik Rumah Batik Andalan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Awal Parameter Limbah Cair Pewarnaan Batik Rumah Batik Andalan (RBA)

Parameter	Satuan	Hasil Uji
COD	mg/L	6.680
TSS	mg/L	120

\*) PERMENLH/5/2014

#### B. Hasil Uji Parameter COD dan TSS pada Limbah Cair Pewarnaan Batik Rumah Batik Andalan Setelah Perlakuan

Hasil uji awal parameter limbah cair batik Rumah Batik Andalan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Konsentrasi dan Efisiensi Penyisihan Parameter Pencemar.

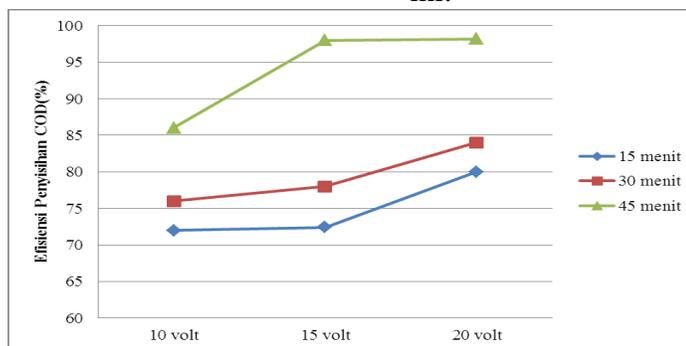
Tegangan (volt)	Waktu (menit)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Efisiensi (%)	
				COD	TSS
10	15	1.870	23	72,00	80,83
	30	1.603	14	76,00	88,33
	45	935	10	86,00	91,67
15	15	1.843	22	72,41	81,67
	30	1.469	13	78,00	89,17
	45	133	8	98,00	93,33
20	15	1.336	11	80,00	90,83
	30	1.068	8	84,01	93,33
	45	120	5	98,20	95,83

Pada Tabel 2. diatas didapatkan konsentrasi efluen terendah yaitu COD 120 mg/L dan TSS 5 mg/ L Berdasarkan hasil analisa yang diperoleh dari proses elektrokoagulasi efisiensi tertinggi terjadi pada tegangan 20 volt dengan waktu kontak 45 menit. Dari tabel di atas menunjukkan bahwa semakin besar tegangan dan semakin lama waktu kontak maka semakin besar efisiensi penyisihan kontaminan dalam air limbah. Efisiensi tertinggi dari

parameter yang di uji yaitu COD 98,20% dan TSS 95,83% .

#### Pengaruh Variasi Tegangan dan Waktu Kontak Terhadap Penyisihan COD

Nilai konsentrasi COD sebelum dilakukan penelitian adalah 6.680 mg/L, setelah dilakukan penelitian dengan perlakuan memvariasikan tegangan dan waktu kontak konsentrasi COD menurun. Efisiensi penyisihan COD dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar. 1 berikut ini:



Gambar 1. Grafik Efisiensi Penyisihan COD Terhadap Variasi Tegangan Dan Waktu Kontak

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa pada setiap tegangan yang sama didapatkan efisiensi semakin meningkat dari waktu kontak 15, 30 dan 45 menit. Pada percobaan ini diperoleh nilai rentang efisiensi tertinggi pada setiap variasi tegangan adalah sebesar (80,00%-98,20%) yaitu terjadi pada tegangan 20 volt, sementara rentang efisiensi pada tegangan 10 volt dan 15 volt adalah (72,00%-86,00%) dan (72,41%-98,00%). Efisiensi penyisihan COD semakin meningkat dari waktu kontak 15, 30 dan 45 menit. Dalam penelitian ini konsentrasi COD turun dari 6.680 mg/L menjadi 120 mg/L yaitu terjadi pada saat tegangan 20 volt dengan waktu kontak 45 menit.

Penyisihan konsentrasi COD dalam penelitian ini sesuai dengan penelitian Yulanto dkk., (2009) yang menjelaskan bahwa semakin tinggi tegangan digunakan dalam proses elektrokoagulasi maka efisiensi penyisihan kontaminan pencemar seperti COD juga semakin meningkat. Demikian halnya dengan waktu kontak, berdasarkan penelitian Lestari dan Agung, (2014) dinyatakan bahwa semakin lama waktu kontak maka efisiensi penyisihan COD akan semakin besar.

Prinsip proses kerja yang terjadi pada elektrokoagulasi secara umum sama seperti teori *double layer* yaitu pembentukan flokulasi partikel bersifat adsorpsi dimana koagulan pada elektrokoagulasi bermuatan positif akan mengikat ion-ion negatif pada limbah seperti nitrit, fosfat, nitrit dan senyawa organik lainnya

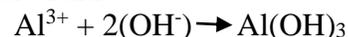
dan membentuk flok yang membantu proses penyisihan COD (Purwaningsih, 2009).

Berdasarkan teori *double layer*, lingkaran terdalam yang diisi oleh koagulan bermuatan positif akan mengikat ion-ion negatif yang terletak pada lingkaran lebih luar. Muatan positif dan negatif bertemu maka terjadi gaya *Van der Waals* (tarik menarik) antar kedua ion tersebut sehingga terjadi ikatan yang sangat kuat dan terbentuklah koagulan yang selanjutnya akan membentuk flok yang dapat menurunkan senyawa organik dalam limbah (Hanum dkk., 2015). Pada proses elektrokoagulasi dapat dijabarkan dengan reaksi dibawah ini :

Pada permukaan elektroda positif (anoda) :



Sekitar elektroda :



Pada permukaan elektroda negatif (katoda) :

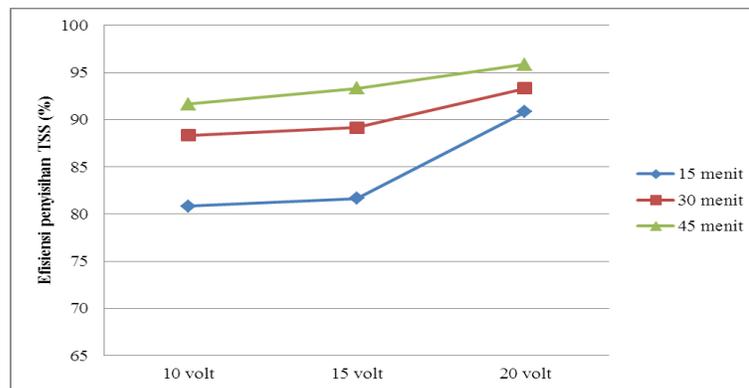


Dari reaksi kimia di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar tegangan dan waktu kontak pada proses elektrokoagulasi akan menyebabkan semakin banyaknya ion  $\text{Al}^{3+}$  yang teroksidasi (pada anoda) dan ion  $\text{OH}^-$  yang tereduksi (pada katoda) maka akan semakin banyak jumlah koagulan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yang terbentuk disekitar elektroda. Semakin banyak jumlah koagulan yang terbentuk maka akan semakin banyak jumlah kontaminan-kontaminan dalam air limbah yang terikat. Flok yang terbentuk akan dengan cepat

mengapung ke atas permukaan air karena semakin banyaknya gas H<sub>2</sub> yang terbentuk di katoda.

### **Pengaruh Variasi Tegangan dan Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Konsentrasi *Total Suspended Solids* (TSS)**

Berdasarkan uji parameter awal, nilai parameter TSS dalam limbah cair batik Rumah Batik Andalan adalah 120 mg/L. Hasil efisiensi penyisihan TSS setelah dilakukan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2. berikut ini:



Gambar 2. Grafik Efisiensi Penyisihan TSS Terhadap Variasi Tegangan Dan Waktu Kontak

Pada Gambar 2. menunjukkan bahwa rentang efisiensi penyisihan parameter TSS yang tertinggi pada setiap variasi waktu 15, 30 dan 45 menit adalah sebesar (90,83% - 95,83%) yaitu terjadi pada tegangan 20 volt, sedangkan rentang efisiensi penyisihan TSS pada tegangan 10 volt dan 15 volt adalah (80,83% - 91,67%) dan (81,67% - 93,33%). Efisiensi penyisihan TSS semakin meningkat dari waktu kontak 15, 30 dan 45 menit. Berdasarkan data awal, konsentrasi parameter TSS turun dari 120 mg/L menjadi 5 mg/L yaitu terjadi pada saat tegangan 20 volt dengan waktu kontak 45 menit.

Tegangan listrik berbanding lurus dengan arus listrik, jika tegangan diperbesar maka arus yang

mengalir ke elektroda juga semakin besar. Arus adalah elektron yang mengalir, sehingga jika arus diperbesar maka jumlah elektron yang mengalir dalam reaktor elektrokoagulasi semakin meningkat. Peningkatan jumlah elektron meningkatkan jumlah OH<sup>-</sup> dan gelembung gas H<sub>2</sub>. OH<sup>-</sup> akan bereaksi dengan Al<sup>3+</sup> (dari anoda), membentuk senyawa kompleks yang dapat mengikat zat padat tersuspensi dan kemudian membentuk flok. Semakin banyaknya gelembung gas H<sub>2</sub> yang terbentuk menyebabkan semakin mudahnya proses pengangkatan flok yang dihasilkan ke permukaan dan akan semakin turunnya nilai TSS.

Dalam penelitian Lestari dan Agung, (2014) dijelaskan bahwa

semakin lama waktu kontak penyisihan TSS semakin besar. Hal ini disebabkan karena partikel-partikel yang terkandung dalam air limbah organik umumnya bermuatan negatif, karena muatan yang sejenis terjadi gaya tolak-menolak antar partikel yang menyebabkan partikel dalam keadaan stabil. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Gameissa, (2012) yang menyatakan bahwa semakin tinggi tegangan dan waktu kontak elektrokoagulasi yang diberikan maka kondisi akhir limbah cair yang digunakan semakin baik karena penyisihan kadar parameter pencemar semakin tinggi.

### C. Hasil Uji ANOVA

Setelah diperoleh data penyisihan konsentrasi dan efisiensi parameter COD dan TSS selanjutnya dilakukan uji statistik menggunakan anova dengan SPSS.16. Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan adakah pengaruh antara dua variabel yaitu tegangan dan waktu kontak dalam proses elektrokoagulasi. Sebelum dilakukan uji anova tahap awal yang dilakukan adalah uji normalitas dengan tingkat kepercayaan 95%,  $\alpha=0,05$  untuk mengetahui apakah sebaran data yang diperoleh normal atau tidak normal.

Dari hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* didapatkan bahwa nilai sig untuk variabel tegangan dan waktu kontak terhadap penyisihan konsentrasi COD dan TSS  $\geq 0,05$  sehingga sebaran data berdistribusi normal terpenuhi.

Hasil uji statistik anova untuk parameter COD menggunakan taraf signifikansi  $\alpha=5\%$  menunjukkan bahwa pengaruh tegangan dalam penelitian ini memiliki nilai sig  $(0,00) \geq 0,05$  dan  $H_0$  diterima maka dinyatakan variabel tegangan tidak berpengaruh dalam penyisihan konsentrasi COD. Sedangkan untuk variabel waktu kontak memiliki nilai sig  $(0,00) \leq 0,05$  dan  $H_0$  ditolak, sehingga hasil menunjukkan bahwa waktu kontak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penyisihan konsentrasi COD. Berdasarkan pengujian anova didapatkan *R-Square* pada *output* sebesar 94,8%. Hal ini menjelaskan bahwa faktor tegangan dan waktu kontak mempengaruhi penyisihan konsentrasi COD sebesar 94,8% sisanya dipengaruhi oleh faktor yang tidak diketahui. Pada uji lanjutan menggunakan *Duncan* diketahui bahwa waktu kontak selama 45 menit terletak pada subset 1 sedangkan untuk waktu kontak 30 dan 15 menit terletak pada subset 2. Artinya bahwa pada waktu kontak 45 menit memberikan pengaruh yang paling berbeda secara signifikan.

	Waktu	N	Subset	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	45 menit	3	396.00	
	30 menit	3		1380.00
	15 menit	3		1683.00
	Sig.		1.000	.155

Untuk hasil uji statistik anova parameter TSS menggunakan taraf signifikansi  $\alpha=5\%$  menunjukkan bahwa pengaruh tegangan dan waktu kontak dalam penelitian ini memiliki nilai sig  $(0,00) \leq 0,05$  dan  $H_0$  ditolak,

sehingga hasil menunjukkan bahwa tegangan dan waktu kontak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penyisihan konsentrasi TSS. Berdasarkan uji anova untuk parameter TSS didapatkan *R-Square* pada *output* sebesar 93,1%. Hal ini menjelaskan bahwa faktor tegangan dan waktu kontak mempengaruhi penyisihan konsentrasi TSS sebesar 93,1% sisanya dipengaruhi oleh faktor yang tidak diketahui. Pada uji lanjutan menggunakan *Duncan* untuk parameter TSS, tegangan dan waktu kontak yang memberikan pengaruh yang signifikan adalah tegangan 20 volt dan waktu kontak 15 menit.

Tegangan	N	Subset	
		1	2
Duncan <sup>a</sup>			
20 volt	3	8.00	
15 volt	3		14.33
10 volt	3		15.67
Sig.		1.000	.519

## PENUTUP

### A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian penyisihan kadar COD dan TSS, pada limbah cair pewarnaan batik menggunakan metode elektrokoagulasi dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Efisiensi penyisihan tertinggi untuk parameter COD adalah 98,20%, dan TSS 95,83%, Efisiensi penyisihan maksimum terjadi pada saat digunakan tegangan 20 volt selama 45 menit.
2. Berdasarkan uji Anova didapatkan bahwa faktor tegangan dan waktu kontak mempengaruhi penyisihan konsentrasi COD sebesar 94,8%,

dan TSS 93,1% Sisanya dipengaruhi oleh faktor yang tidak diketahui.

### B. Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah: Perlu dilakukan penelitian untuk variasi lain seperti: kuat arus dan pHserta diharapkan dapat menghitung laju pengeroposan aluminium dan biaya operasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Babu, R.R.N.S. Bhadrinarayana, K.M.Meera S. B, Anantharaman N. 2007. *Treatment Of Tannery Wastewater By Electrocoagulation. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy.* Vol 42 No: 2, 2007 p: 201-206.
- Gameissa, M. W.,Suprihatin, Indrasti, N. S.2012. Pengolahan Tersier Limbah Cair Industri Pangan dengan Teknk Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Stainless Steel. Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Peranian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hanum, F., Tambun, R., Ritonga, M. Y., Kasim, W. W., 2015. Aplikasi Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. Jurnal Ilmiah. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Tekik. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Lestari ,N.D Dan Agung T., 2014. Penurunan COD,TSS Dan Warna Limbah Industri Batik

- Secara Elektrokoagulasi. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, Volume 6 (No. 1) pp: 37-44. ISSN 2005 501-X. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
- Parreira, L., Alves M . 2012. *Dyes – Environmental Impact and Remediation*. University of Minho. pp.112-154
- Purwaningsih, I. 2008 Pengolahan Limbah Cair Industri Batik CV. Batik Indah Raradjonggrang Yogyakarta Dengan Metode Elektrokoagulasi Ditinjau dari Parameter COD dan Warna. Sripsi Sarjana. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Riadi, L., Ferydhiwati, W., Loeman, L. D. S. 2014. Pengolahan Primer Limbah Tekstil Dengan Elektrokoagulasi Dan Analisa Biaya Operasi. Jurnal Ilmiah. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya. Surabaya
- Yulianto, A., Hakim L, Purwaningsih I dan Pravitasari VA, 2009. Pengolahan Limbah Cair industri batik pada skala laboratorium dengan menggunakan metode elektrokoagulasi. Jurnal teknik lingkungan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta