

Pengaruh Jarak Elektroda dan Waktu Terhadap Kandungan COD dan TSS Menggunakan Metode Filtrasi-Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Batik

Elvinda Bendra Agustina¹, Abdul Hakim Prima
Yuniarto¹, Dian Arif Rachman¹, Alif Tiana Dewi¹

¹ Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut
Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pekalongan,
Pekalongan, Indonesia

E-mail: elvindabendra89@gmail.com

Received 13 Januari 2022

Accepted for publication 26 Januari 2022

Published 11 Februari 2022

Abstract

Produksi batik menghasilkan limbah cair yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan karena bahan kimia hasil pengolahan. Metode filtrasi-elektrokoagulasi dirasa efektif untuk menurunkan kandungan COD dan TSS pada limbah cair batik sehingga layak buang. Telah dilakukan pengolahan limbah batik menggunakan metode filtrasi-elektrokoagulasi dengan variasi jarak elektroda (2, 4, dan 6) cm dan waktu kontak (60, 90, 120 dan 150) menit. Digunakan elektroda alumunium (Al-Al) dengan ketebalan 0,1 cm dan volume limbah 2500 ml. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penurunan COD dan TSS tertinggi pada variasi jarak 2 cm dengan waktu kontak 150 menit. Efisiensi penurunan COD sebesar 95% sedangkan efisiensi penurunan TSS sebesar 94%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin dekat jarak antar elektroda dan semakin lama waktu kontak maka semakin tinggi penurunan kandungan COD dan TSS.

Keywords: *Filtrasi-elektrokoagulasi, Limbah batik, COD, TSS*

1. Pendahuluan

Perkembangan industri di berbagai wilayah di Indonesia hingga kini sangat pesat. Diantara industri kecil dan rumahan yang banyak berkembang adalah usaha batik rumahan. Pembuatan batik skala rumah tangga telah berkembang menjadi kegiatan bisnis yang menjanjikan. Kegiatan pembuatan batik menghasilkan limbah cair yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, karena mengandung bahan kimia dengan konsentrasi tinggi antara lain fosfat, amoniak, nitrogen serta kadar padatan tersuspensi (*total suspended solid*, TSS) maupun terlarut (*total dissolved solid*, TDS), kekeruhan, BOD, dan COD [1]. COD atau *Chemical Oxygen Demand* merupakan total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang terdapat dalam air secara kimiawi [2]. *Total suspended solid* (TSS)

merupakan jumlah material padat tersuspensi dalam suatu volume cair tertentu. Tingginya kandungan COD dan TSS menandakan kualitas air buruk [3]. Kadar TSS dan COD pada suatu air limbah wajib sesuai dengan baku mutu yang sudah ditetapkan. Standar baku mutu kandungan COD menggunakan standar uji SNI 6989.73:2019 dan standar baku mutu kandungan TSS menggunakan standar uji SNI 06-6989.3:2019.

Pengolahan limbah cair batik dilakukan untuk menurunkan konsentrasi pencemar sesuai baku mutu yang telah ditetapkan melalui proses pengolahan air limbah secara fisika, kimia dan biologi. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk mengolah limbah cair seperti koagulasi, filtrasi membran, elektrooksidasi, elektrofon, dan elektrokoagulasi. Metode elektrokoagulasi dianggap efektif dan diakui secara luas untuk pengolahan limbah cair karena prosesnya yang sederhana, efektivitas biaya, mudah selama proses pembentukan, tanpa penambahan bahan kimia dan lebih sedikit menghasilkan produk sampingan [4]. Metode elektrokoagulasi menggunakan prinsip dasar reaksi reduksi dan reaksi oksidasi (redoks). Pada suatu sel elektrokoagulasi, reaksi oksidasi terjadi di elektroda positif (+) yaitu anoda, sedangkan reduksi terjadi di elektroda negatif (-) yaitu katoda. Dalam proses elektrokoagulasi, elektroda besi atau aluminium akan membentuk koagulan yang digunakan untuk memisahkan kontaminan dalam limbah. Untuk menghasilkan ion logam yang berfungsi sebagai koagulan diperlukan beda potensial diantara elektroda. Beda potensial ini diperlukan untuk menimbulkan reaksi elektrokimia pada masing-masing elektroda [5]. Proses ini menggunakan reaksi reduksi dan oksidasi [6] dimana ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi [7] ketika hal ini diterapkan, ion logam yang dihasilkan bereaksi dengan hidroksida primer dan menghasilkan polihidroksida dan flok logam polihidroksida [8].

Hasil penelitian Ni'am dkk (2017) menunjukkan bahwa penggunaan metode elektrokoagulasi dengan perlakuan pada jumlah 4 elektroda dengan tegangan 12 volt, mampu menurunkan konsentrasi COD hingga 76% dan TSS hingga 85% dalam limbah cair industri tekstil skala rumah tangga [9]. Penggunaan metode elektrokoagulasi dengan variasi jarak elektroda dan waktu telah dilakukan [10]. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi kenaikan pH mencapai 60% hingga 123% dengan rata-rata kenaikan pH 80,83% sedangkan efisiensi penurunan konsentrasi TDS hingga 50,56%. Penelitian Yulianto (2009) menunjukkan bahwa metode elektrokoagulasi menggunakan pasangan elektroda aluminium (Al) sebagai anoda dan besi (Fe) sebagai katoda dengan menggunakan perbedaan kuat arus dan perbedaan waktu yang terbukti dapat menurunkan konsentrasi COD sampai 30%, untuk warna penurunan maksimum sebesar 64%. Penurunan TSS dan minyak lemak dengan persentase tertinggi sebesar 77% untuk TSS dan 88% untuk minyak dan lemak. Penelitian ini menggunakan metode filtrasi-elektrokoagulasi dengan variasi jarak elektroda dan waktu kontak. Parameter uji berupa konsentrasi kandungan COD, dan TSS.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan rancangan prototype alat elektrokoagulasi dengan jenis tegangan output 20 Volt. Lempeng elektroda berbahan plat aluminium (Al) dengan katoda dan anoda berupa plat aluminium (Al-Al). Sampel uji diperoleh dari limbah batik cair dengan spesifikasi warna secara visual berwarna hitam, keruh dan pekat. Pengujian dengan variasi jarak elektroda (2, 4, dan 6) cm dan variasi waktu kontak (60, 90, 120 dan 150) menit dilakukan untuk sampel limbah batik sebanyak 2500 ml.

Analisis kandungan COD digunakan untuk menentukan jumlah oksigen terlarut dengan standar uji SNI 6989.73:2019. Analisis kandungan TSS digunakan untuk menentukan total padatan tersuspensi dengan standar uji SNI 06-6989.3:2019. Analisis kandungan PH dengan standar uji SNI 06-

6898.11:2019. Perhitungan efisiensi penyisihan setiap parameter dihitung menggunakan persamaan [11]:

$$eff (\%) = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

Dengan

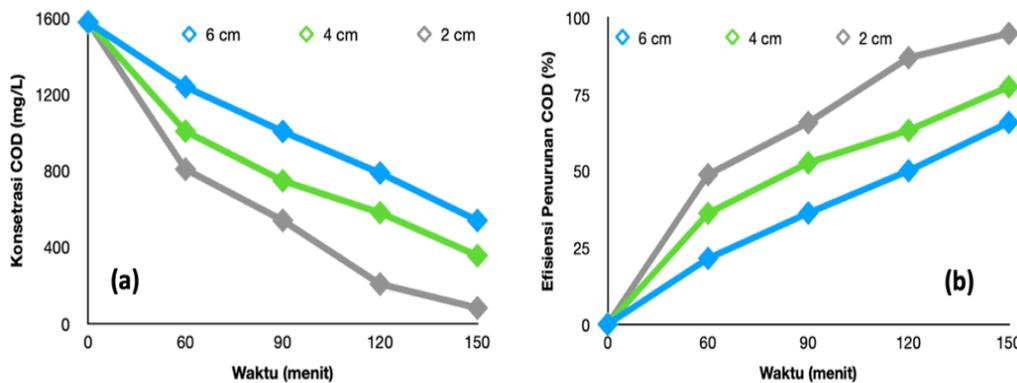
C_0 : kadar sebelum proses elektrokoagulasi

C_1 : kadar sesudah proses elektrokoagulasi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh jarak elektroda dan waktu kontak terhadap Penurunan Konsentrasi COD

Hasil penelitian pengaruh variasi jarak elektroda (6, 4, dan 2) cm dan waktu kontak (60, 90, 120 dan 150) menit terhadap penurunan konsentrasi COD ditunjukkan pada Gambar 1. *Chemical oxygen demand* atau COD menunjukkan jumlah oksigen terlarut (mgO_2) yang dibutuhkan oleh bahan oksidan untuk mengoksidasi zat-zat organik. Dilakukan uji awal kandungan COD pada limbah batik dan di hasilkan konsentrasi COD sebesar 1576,2 mg/L. Hasil tersebut jauh di atas ambang baku mutu yang telah ditetapkan.



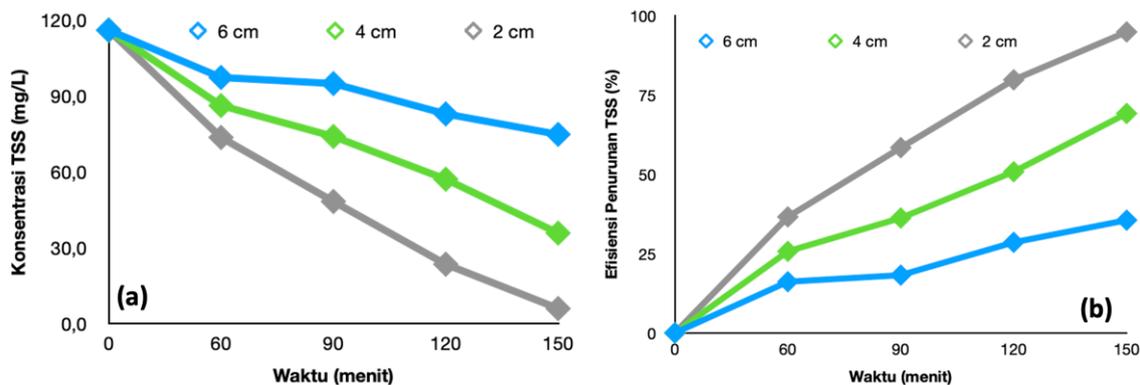
Gambar 1. (a) Konsentrasi Kandungan COD (mg/L) (b) Efisiensi Penurunan COD(%) variasi jarak dan waktu menggunakan metode filtrasi-elektrokoagulasi

Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin dekat jarak antar elektroda dan semakin lama waktu kontak, semakin rendah konsentrasi kandungan COD pada limbah cair. Gambar 1b menunjukkan nilai efisiensi penurunan kandungan COD. Pada jarak 6 cm dengan waktu kontak (60; 90; 120 dan 150 menit) didapatkan efisiensi penurunan COD sebesar 21,46%; 36,29%; dan 50,08% dan 65,85%. Pada jarak 4 cm dengan waktu kontak (60; 90; 120 dan 150 menit) didapatkan efisiensi penurunan COD sebesar 36,20%; 52,65%; dan 63,27% dan 77,49%. Pada jarak 2 cm dengan waktu kontak (60; 90; 120 dan 150 menit) didapatkan efisiensi penurunan COD sebesar 48,81%; 65,81%; dan 86,94% dan 94,88%. Efisiensi penurunan COD tertinggi terdapat pada variasi waktu 150 menit dengan jarak antar elektroda 2 cm yaitu 94,88%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin lama proses elektrokoagulasi berlangsung maka akan semakin tinggi efisiensi penurunan COD. Hal tersebut disebabkan karena semakin banyak koloid yang terikat sehingga membentuk flok berukuran besar. Akibat banyaknya flok-

flok yang terbentuk dan partikel-partikel ringan yang terflotasi, maka terjadi proses penurunan konsentrasi COD dalam limbah cair [12].

3.2. Pengaruh Variasi jarak elektroda dan waktu kontak terhadap Penurunan konsentrasi TSS

Gambar 2 menunjukkan grafik pengaruh variasi jarak elektroda (6, 4, dan 2) cm dan waktu kontak (60, 90, 120 dan 150) menit terhadap penurunan konsentrasi TSS. *Total suspended solid* (TSS) merupakan jumlah material padat tersuspensi dalam suatu volume cair tertentu. TSS menunjukkan jumlah kepekatan padatan dalam sampel cair. Gambar 2 menunjukkan bahwa pada jarak 6 cm dengan waktu kontak (60; 90; 120 dan 150 menit) didapatkan efisiensi penurunan TSS sebesar 16%; 18%; dan 29% dan 35%. Pada jarak 4 cm dengan waktu kontak (60; 90; 120 dan 150 menit) didapatkan efisiensi penurunan TSS sebesar 25%; 36%; dan 50% dan 69%. Pada jarak 2 cm dengan waktu kontak (60; 90; 120 dan 150 menit) didapatkan efisiensi penurunan TSS sebesar 37%; 58%; 79% dan 94%. Efisiensi penurunan TSS tertinggi terdapat pada variasi waktu 150 menit dengan jarak antar elektroda 2 cm yaitu 94%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin lama proses elektrokoagulasi berlangsung maka akan semakin tinggi efisiensi penurunan TSS. Penurunan TSS disebabkan karena partikel yang terdapat pada air limbah umumnya bermuatan negatif. Ion positif dan negatif yang dihasilkan oleh elektroda akan menstabilkan partikel-partikel yang terkandung didalam limbah. Secara garis besar, kedua perlakuan memberikan pengaruh yang sama seperti halnya terhadap TSS, bahwa semakin tinggi beda potensial dan semakin lama waktu kontak menaikkan efisiensi penurunan TSS.



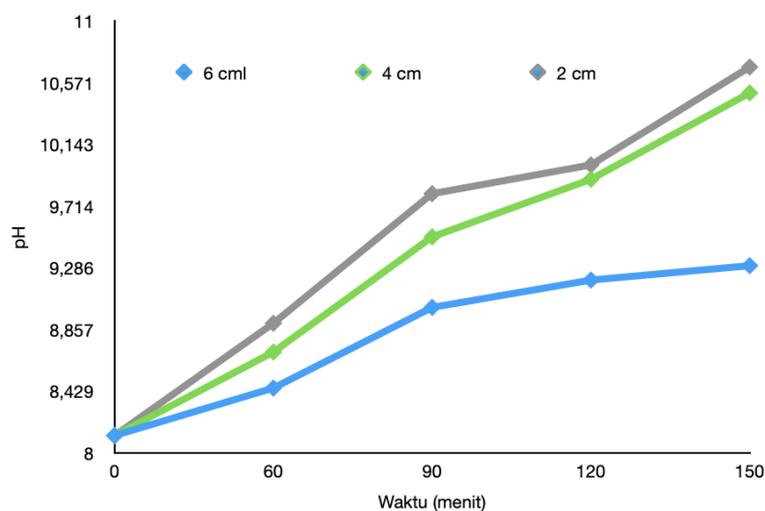
Gambar 2. (a) Konsentrasi Kandungan TSS (mg/L) (b) Efisiensi Penurunan TSS (%) variasi jarak dan waktu menggunakan metode filtrasi-elektrokoagulasi

Pada elektroda anoda akan mengalami reaksi oksidasi terhadap anion (ion negatif) membentuk Al^{3+} dan mengikat OH^- membentuk senyawa $Al(OH)_3$ yang dapat mengikat polutan, sedangkan pada katoda akan menghasilkan gas hydrogen yang berfungsi untuk mengangkat flok yang terbentuk keatas permukaan, flok yang terbentuk semakin lama akan bertambah besar dan akhirnya mengendap ke dasar bak elektrokoagulasi [13]. Ion-ion Al^{3+} dihasilkan dari pelat aluminium yang digunakan sebagai anoda, hal itu ditandai dengan munculnya pori-pori pada pelat aluminium setelah proses selesai. Pada katoda akan dihasilkan ion hidroksida dan gas hydrogen. Munculnya gas hydrogen pada katoda ditandai dengan munculnya gelembung gas selama proses berlangsung sehingga timbul buih di permukaan air limbah dan setelah selesai proses pada plat katoda terdapat bercak-bercak putih sebagai tanda dihasilkannya gas hydrogen pada pelat katoda. Selain itu pada katoda yang digunakan timbul bercak-bercak warna coklat yang menandakan adanya ion-ion logam dari air limbah yang direduksi menjadi logamnya dan

menempel pada pelat katoda. Pengaruh waktu pada metode elektrokoagulasi ini adalah semakin lama waktu kontak dalam proses elektrokoagulasi, semakin banyak Al^{3+} yang dihasilkan dan semakin banyak $Al(OH)_3$ yang terbentuk dan bisa mengikat polutan lebih banyak. Hal ini sama dengan penelitian terdahulu [14] yang mempelajari pengaruh waktu terhadap kadar TSS pada pengolahan limbah cair. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh hasil semakin lama waktu maka semakin baik pengolahannya.

3.3 Pengaruh Variasi jarak elektroda dan waktu kontak terhadap Perubahan pH

Gambar 2 menunjukkan grafik pengaruh variasi jarak elektroda (6, 4, dan 2) cm dan waktu kontak (60, 90, 120 dan 150) menit terhadap pH. Dari gambar 3 dapat terlihat bahwa pH air limbah yang diolah dengan elektrokoagulasi mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya ion OH^- pada katoda selama proses berlangsung. Dengan bertambahnya OH^- didalam air limbah akan menyebabkan kenaikan pH.



Gambar 3. PH variasi jarak dan waktu menggunakan metode filtrasi-elektrokoagulasi

4. Kesimpulan

Telah dilakukan penelitian pengaruh jarak elektroda (2, 4, dan 6) cm dan waktu kontak (60, 90, 120 dan 150) menit terhadap kandungan COD dan TSS menggunakan metode filtrasi-elektrokoagulasi pada pengolahan limbah batik. Digunakan elektroda alumunium (Al-Al) dengan ketebalan 0,1 cm, luasan 12×14 cm dan volume limbah 2500 ml. Hasil penelitian menunjukkan semakin dekat jarak antar elektroda dan semakin lama waktu kontak maka semakin tinggi penurunan kandungan COD dan TSS. Penurunan tertinggi COD sebesar 95% dan TSS sebesar 94% terdapat pada variasi jarak 2 cm dengan waktu kontak 150 menit.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kepada ITS NU Pekalongan dan Program Hibah Penelitian Internal 2021 LPPM ITS NU Pekalongan.

Referensi

- [1]. Priadie B 2017 *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* **28** 42-50

- [2]. Lumaela A 2013 *J. Sains Dan Seni Pomits* **2** 100–105
- [3]. Lestari N D dan Agung T 2014 *J. Ilm. Tema. Lingkungan* **6** 37–44
- [4]. Gomes A J, Kamol K D, dan Sadia A J 2016 *Desalin. Water Treat.* **57** 25991–26002
- [5]. Trapsilasiwi K R, dan Assomadi A F 2010 *Makalah Jurusan Teknik Lingkungan Ftsp Its*
- [6]. Ashari D, Budianta dan Setiabudidaya D 2015 *Jurnal Penelitian Sains Mipa Universitas Sriwijaya* **17** 45-50
- [7]. Susetyaningsih R, Kismolo E, dan Prayitno 2008 *Seminar Nasional IV Teknologi Nuklir Batan Yogyakarta* 25-26
- [8]. Tian Y, He W, Zhu X, Ren N, dan Logan B E, 2016 *Chemical Engineering Journal* **292** 308-314
- [9]. Ni'am A C, Caroline J, Afandi M H 2017 *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan* **3** 21-26
- [10]. Fendriani Y, Nurhidayah, Handayani L, Rustan, dan Samsidar 2020 *Journal Online of Physics* **5(2)** 59-64
- [11]. Kobya M, Demirbas E, Oncel M S, Yildirim Y, Sik E, Goren A Y, Dan Akyol A 2014 *Journal of Selcuk University Natural and Applied Sciences* 803-811
- [12]. Putra V G V dan Wijayono A 2019 *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* **8** 15-20
- [13]. Prayitno, Ridantami V, dan Prayogo I 2016. *Urania* **22(3)**: 133-202
- [14]. Priambodo A N, Wijayanto A A, Udyani K 2019 *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII* ISSN (online): 2685-6875