

Pengaruh Beda Potensial dan Waktu Kontak terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Batik menggunakan Metode Elektrokagulasi

The Effect of Potential Difference and Contact Time for COD and TSS Value of Batik Waste Using Electrocoagulation Method

Belinda Liana Devy*, Haryanto A. R.

**Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jalan A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1, Surakarta, 57102, Indonesia**

*Email: d500191099@student.ums.ac.id

Abstrak

Batik adalah salah satu warisan budaya asli Indonesia yang harus dilestariakan keberadaannya. Namun, limbah cair yang dihasilkan memiliki dampak negatif terhadap lingkungan karena mengandung kontaminan fosfat, surfaktan, TSS, TDS, kekeruhan, BOD₅, dan COD yang tinggi. Metode yang cukup efektif menangani limbah batik adalah elektrokagulasi, yaitu koagulasi dengan adanya arus listrik dengan menggunakan elektroda. Penelitian ini mengolah limbah batik dengan elektrokagulasi menggunakan elektroda aluminium yang dioperasikan pada kuat arus 5 Ampere, jarak elektroda 2 cm, ketebalan elektroda 0,1 cm, luas penampang elektroda 7x10 cm dengan volume limbah 500 mL. Pengaruh perlakuan beda potensial (3 volt, 4,5 volt, 7,5 volt, 9 volt, dan 12 volt) dan waktu kontak (15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, dan 35 menit) terhadap perubahan kadar COD dan TSS dikaji pada penelitian ini. Kondisi optimal diperoleh pada beda potensial 12 volt selama 35 menit dengan efisiensi penurunan COD sebesar 84,84% dan 91% untuk TSS.

Kata kunci: elektrokagulasi, batik, beda potensial, waktu kontak, COD, TSS

Abstract

Batik is one of Indonesia's original cultural heritage that must be preserved. However, the resulting liquid waste has a negative impact on the environment because it contains high levels of phosphate, surfactant, TSS, TDS, turbidity, BOD₅ and COD contaminants. An effective method for dealing with batik waste is electrocoagulation, which is coagulation in the presence of an electric current using electrodes. This study treats batik waste by electrocoagulation using aluminum electrodes, which are operated at a current of 5 Ampere, electrode distance is 2 cm, electrode thickness is 0.1 cm, electrode cross-sectional area is 7x10 cm with a waste volume of 500 mL. The effect of potential difference treatment (3 volts, 4.5 volts, 7.5 volts, 9 volts, and 12 volts) and contact time (15 minutes, 20 minutes, 25 minutes, 30 minutes, and 35 minutes) on changes in COD and TSS levels were studied. Optimal conditions were obtained at a potential difference of 12 volts for 35 minutes with a COD reduction efficiency of 84.84% and 91% for TSS.

Keywords: electrocoagulation, batik, potential difference, contact time, COD, TSS

Pendahuluan

Pencemaran area merupakan dampak dari pesatnya pertumbuhan industri yang sebelumnya justru diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas kehidupan sehari-hari. Industri batik turut andil dalam menghasilkan cairan yang bersumber dari proses pewarnaannya. Tidak hanya memiliki kandungan zat warna yang tinggi, limbah industri batik juga memiliki kandungan berbagai bahan sintesis yang sulit untuk diuraikan maupun dilarutkan. Apabila proses pewarnaannya telah usai, maka

terdapat limbah berbentuk cairan yang warnanya pekat dan keruh. Pada umumnya, warna air limbah sesuai dengan zat warna yang dipakai. Limbah air yang memiliki beberapa macam warna bisa mengakibatkan berbagai isu lingkungan [1]. Pencemaran tersebut disebabkan oleh limbah-limbah yang tidak diolah dengan benar. Perihal ini menimbulkan rusaknya ekosistem perairan serta membahayakan untuk mereka yang menetap di sepanjang hulu sungai yang memakai air untuk berbagai kebutuhan hidup. Limbah cair yang

dihasilkan memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, sebab memiliki kandungan bahan kimia berkonsentrasi tinggi COD, surfaktan amoniak, kekeruhan, fosfat, BOD₅, dan nitrogen serta kadar padatan tersuspensi (*total suspended solid*, TSS) maupun terlarut (*total dissolved solid*, TDS) [2]. Apabila berbagai zat tersebut melebihi batasan yang diizinkan, maka dampak yang termudah untuk diamati yakni kematian berbagai organisme di perairan [1]. COD atau *Chemical Oxygen Demand* merupakan total oksigen yang diperlukan guna melakukan oksidasi terhadap bahan organik yang terdapat dalam air secara kimiawi [3]. Kualitas air yang semakin buruk maka akan menandakan semakin tingginya nilai COD.

Kadar TSS dan COD pada suatu air limbah wajib sesuai dengan baku mutu yang sudah ditetapkan. Pengertian baku mutu sendiri yakni kadar atau batasan energi, zat, makhluk hidup, atau komponen lainnya yang ada ataupun harus ada dan/atau unsur pencemaran yang keberadaannya sesuai dengan fungsinya [4]. Standar baku mutu air limbah untuk kegiatan industri dan atau usaha tekstil mengacu ke Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 mengenai baku mutu air limbah yang ditunjukkan pada Tabel 1 [5].

Tabel 1. Baku mutu air limbah

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)
pH	6-9
TSS	50
COD	150
BOD ₅	60

Kadar COD dan TSS pada nilai batas yang diizinkan dalam perairan yakni sebanyak 150 mg/L dan 50 mg/L. Maka dari itu, perlu adanya suatu teknologi yang dapat mengolah limbah dan mampu meningkatkan kecepatan terurainya limbah batik tersebut.

Ada beberapa metode untuk melakukan pengolahan limbah berbentuk cairan buangan meliputi limbah cair dari tempat pencucian seperti koagulasi, filtrasi membran, *reverse osmosis*, ataupun elektrokoagulasi. Diantara semua teknologi pengolahan yang ada, elektrokoagulasi diakui secara luas sebab memiliki proses yang sederhana, biayanya lebih efektif, proses pembentukan yang tergolong mudah, serta produk sampingan yang dihasilkannya jumlahnya lebih sedikit [6].

Salah satu alternatif dalam pengolahan limbah berbentuk cairan yaitu elektrokoagulasi dengan pemakaian aluminium sebagai elektroda. Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu memakai pasangan elektroda aluminium (Al) sebagai anoda dan besi (Fe) sebagai katoda dengan memakai selisih jumlah

elektroda serta besar tegangan yang telah dibuktikan bisa mereduksi konsentrasi COD sampai rentang 65% hingga 75% dengan tegangan 12 volt pada perlakuan jumlah 4 elektroda. Pereduksian TSS paling besar diperoleh nilai antara 81% hingga 85% dengan tegangan 12 volt pada perlakuan jumlah 4 elektroda [7].

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, dilakukan riset untuk menerapkan metode elektokoagulasi guna menurunkan TSS serta COD dengan menggunakan elektroda aluminium dan besi. Penurunan nilai TSS dan COD akan dipelajari pada penelitian ini berdasarkan variasi beda potensial (3 volt, 4,5 volt, 7,5 volt, 9 volt, dan 12 volt) dan variasi waktu kontak (15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, dan 35 menit) dengan menggunakan sepasang elektroda aluminium (Al).

Teori

Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand atau sering disebut COD merupakan total keseluruhan oksigen yang diperlukan guna melakukan oksidasi bahan organik yang terdapat di dalam air secara kimiawi, dan kadar COD pada air limbah batik harus sesuai baku mutu yang sudah ditetapkan yakni 150 mg/L [3] [5] [8]. Dengan demikian perlu dilakukan pengujian COD untuk mengetahui kondisi limbah yang merupakan hasil dari aktivitas industri.

Total Suspended Solid (TSS)

TSS yakni zat yang dihasilkan dari padatan total yang tertahan oleh saringan berukuran partikel paling banyak 2 µm atau melebihi ukuran partikel koloid [9]. TSS merupakan berbagai bahan tidak dapat larut di dalam air dan tersuspensi. Padatan tersuspensi meliputi berbagai partikel yang memiliki berat serta ukuran yang tidak lebih besar dari sedimen [10]. Contohnya tanah liat, sel-sel mikro, serta berbagai bahan organik tertentu, dan lainnya. Karena daya gravitasi bumi dari proses *settling* dari zat yang mengambang dalam air, padatan tersuspensi ini turun dengan sendirinya. Padatan tersuspensi bisa mereduksi masuknya sinar ataupun cahaya ke dalam air dan memberikan pengaruh pada fotosintesis dan oksigen [11]. Kadar TSS pada air limbah batik harus sesuai baku mutu yang sudah ditetapkan yakni 50 mg/L. Rendah maupun tingginya nilai TSS akan memberikan pengaruh pada mutu badan air penerima limbah.

Elektrokoagulasi atau disebut juga elektroflotasi yakni suatu proses mengolah limbah berupa cairan atau air baku dengan mengalirkan arus pada logam besi ataupun aluminium sebagai elektroda. Adanya arus listrik akan dapat mengionisasi elektroda yang dianodakan. Koagulan akan diperankan oleh ion-ion logam. Hal ini memiliki kesamaan yang tinggi dengan yang terjadi pada proses koagulasi dengan menambahkan partikel anorganik, koloid organik,

bahan kimia, berbagai kontaminan seperti ion logam berat dapat berikatan sebab muatan yang berbeda yang setelahnya menjadi gumpalan dan endapan [12].

Prinsip dasar elektrokoagulasi merupakan respon redoks, tempat reduksi terjalin di katoda sedangkan kejadian oksidasi terjalin di anoda. Ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi sedangkan sebagai ion positif, kation bergerak ke katoda dan memperoleh elektron yang direduksi [13].

Keunggulan metode elektrokoagulasi diantaranya yakni flok yang dihasilkan sama dengan flok koagulasi biasa, tidak mendapat pengaruh dari temperatur, tidak perlu bahan kimia tambahan, serta tidak perlu pengaturan pH. Di sisi lain, kekurangan metode ini yakni ketidakmampuannya melakukan pengolahan limbah berbentuk cairan dengan sifat elektrolit yang tinggi sebab mengakibatkan hubungan singkat antar elektroda dan batangan anoda yang sifatnya korosif yang menyebabkannya butuh diganti secara berkala [14].

Mekanisme Proses Elektrokoagulasi

Jika dua elektroda ditempatkan dalam elektrolit dan arus searah, muncul peristiwa elektrokimia, yakni gejala mengurainya elektrolit, yakni ion positif (kation) bergerak ke katoda serta mendapatkan elektron yang direduksi oleh ion negatif (anion). Elektron yang dioksidasi kemudian diserahkan oleh kation ke anoda. Buih dan gas bergelembung akan dihasilkan dari anoda. Pada limbah yang tidak stabil, gas yang terbentuk akan bergabung dengan partikel-partikel koloid. Hal ini memberikan dorongan pada partikel-partikel koloid yang tidak stabil untuk ke permukaan. Pengendapan akan terjadi setelah flok yang terbentuk mempunyai ukuran yang relatif kecil tersebut semakin lama semakin membesar [15].

Kemampuan suatu elektroda untuk mengelektrolisis mendapatkan pengaruh dari berbagai faktor, yakni [1]:

1. Jenis plat elektroda
2. Kuat tegangan
3. Kuat arus listrik
4. Waktu kontak
5. Kadar keasaman (pH)
6. Jarak antar elektroda
7. Suhu

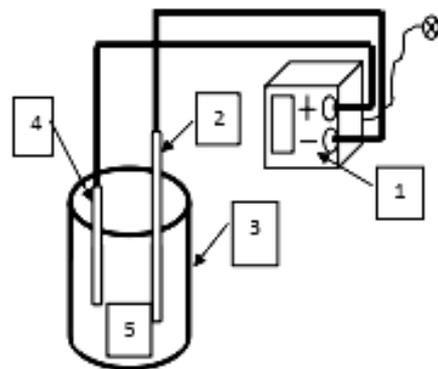
Metodologi Penelitian

Penelitian memakai rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial (RAL-faktorial) dengan dua perlakuan variabel bebas. Faktor atau perlakuan pertama adalah beda potensial (3 volt, 4,5 volt, 7,5 volt, 9 volt, dan 12 volt) dan faktor yang kedua adalah waktu kontak (15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, dan 35 menit). Variabel dependen yakni kualitas limbah yang diukur dari jumlah COD serta TSS. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik MIPA Universitas Jendral Soedirman.

Alat dan Bahan

Peralatan yang dipakai diantaranya yakni gelas beker, gelas ukur, jerigen, karet hisap, labu ukur, pH meter, lempeng aluminium (Al), pipet tetes, *power supply*, pengaduk, neraca analitik, *erlenmeyer*, buret, *heating blok*, kertas saring, pipet volume oven, desikator, penjepit buaya, aluminium (Al) sebagai elektroda dan termometer. Bahan yang dibutuhkan yakni limbah batik berbentuk cairan yang diambil dari Desa Sokaraja, Kabupaten Banyumas, Natrium Triosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), Kalium Permanganat (KMnO_4), Asam Sulfat (H_2SO_4), Kalium Iodida (KI), Merkuri II Sulfat (HgSO_4), indikator amilum, *aquadest* serta kertas Whatman nomor 40.

Desain Alat



Gambar 1. Rangkaian alat elektrokoagulasi

Rangkaian alat elektrokoagulasi terdiri adaptor (1), lempeng aluminium (Al) sebagai katoda (2) yang diletakkan bersejajar dengan lempeng Al yang berperan menjadi anoda (4) dengan jarak 2 cm. Rangkaian berikut setelahnya dipasang pada beker gelas 500 mL (3) yang menjadi tempat larutan sampel serta dikaitkan dengan sumber arus DC.

Penentuan Beda Potensial dan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak 500 mL air limbah batik dimasukan kedalam beker gelas 1000 mL untuk proses elektrokoagulasi. Elektroda terdiri dari dua buah aluminium yang dipasang sebagai katoda dan anoda, kemudian dihubungkan dengan *power supply*. Air limbah dipisahkan dari flok dan hasil sampel yang disimpan kedalam botol yang selanjutnya akan dilakukan uji analisis COD dan TSS.

Dalam penelitian ini dilakukan variasi beda potensial (3 volt, 4,5 volt, 7,5 volt 9 volt, dan 12 volt) dan variasi waktu kontak selama (15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, dan 35 menit) dengan kuat arus tetap 5 Ampere, jarak elektroda diatur sebesar 2 cm, tebal elektroda sebesar 0,1 mm dan luas penampang elektroda 7×10 cm.

Analisis COD

Penentuan COD dilakukan dengan menggunakan titrasi iodometri. Suatu proses tidak langsung yang melibatkan ion iodida, iod berlebih dimasukkan ke dalam suatu agen yang berperan melakukan oksidasi, yang membebaskan iod dan lalu dititrasi dengan Na₂S₂O₃ merupakan definisi dari titrasi iodometri [16]. Sampel limbah batik sebanyak 1 mL diencerkan dalam 50 mL *aquadest*, pengenceran berfungsi agar sampel limbah tidak terlalu pekat. Kemudian dimasukan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan 0,1 gram HgSO₄ dan 5 mL KMnO₄. Penambahan HgSO₄ memiliki fungsi untuk menghilangkan ion klorida yang terdapat pada air buangan selama proses analisis dilangsungkan, yang kemudian diikat oleh ion Hg⁺ dan membentuk HgCl. Dapat dikatakan, HgSO₄ berperan menjadi katalis untuk melakukan percepatan reaksi. Penambahan KMnO₄ berfungsi sebagai oksidator selama proses oksidasi berlangsung. KMnO₄ dipilih karena tidak membutuhkan suatu indikator kecuali apabila berbagai larutan yang sangat encer digunakan. Selain itu alasan dipilihnya KMnO₄ yakni karena tidak mahal dan mudah didapatkan. Larutan dipanaskan, pemanasan berfungsi untuk mempercepat reaksi. Setelah dingin, ditambahkan KI dan H₂SO₄ berfungsi untuk mereduksi sisa KMnO₄. Penambahan H₂SO₄ berfungsi untuk melakukan percepatan reaksi pada senyawa organik yang memiliki reaksi lambat serta memiliki fungsi lain yakni berperan menjadi penentu suasana asam. Hal tersebut dikarenakan titrasi iodometri dilaksanakan dalam suasana asam (pH<8,0) [17].

Larutan selanjutnya dititrasi dengan larutan standar Na₂S₂O₃ hingga berwarna kuning pucat. Larutan yang sudah berwarna kuning ditambahkan 3 tetes indikator amium 1% sehingga larutan berubah warna menjadi biru. Larutan kemudian dititrasi kembali sampai warna biru hilang [18]. Kadar COD bisa ditentukan menggunakan Persamaan (1).

$$COD (mg/L) = \frac{(A-B) \times N \times 8000}{mL\ sampel} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

A = mL penititer untuk blanko

B = mL penititer untul sample

N = Normalitas larutan Na₂S₂O₃

Analisis TSS

Penentuan TSS dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri. Salah satu metode analisis kuantitatif komponen yang sudah diketahui dengan cara melakukan pengukuran berat komponen dalam keadaan murni usai melewati proses pemisahan sesuai pada prinsip pemurnian dan penimbangan disebut dengan Gravimetri [19]. Kertas saring dipanaskan didalam oven dengan suhu 150 °C selama satu jam. Lalu dilakukan pendinginan dalam desikator selama waktu lima belas menit serta dilakukan penimbangan segera dengan neraca analitik sampai didapatkan berat

konstan. Sampel limbah batik dihomogenkan dilakukan penyaringan untuk memisahkan padatan tersuspensi memakai kertas saring dan corong gelas. Kertas saring berisi padatan tersuspensi diuapkan didalam oven. Didinginkan dalam desikator dan dilakukan penimbangan memakai neraca analitik hingga didapatkan berat konstan [20]. Jumlah keseluruhan kandungan padatan tersuspensi dapat dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$TSS (mg/L) = (A - B) \times \frac{1000}{V} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

A = Berat kertas saring + residu kering (mg)

B = Berat kertas saring (mg)

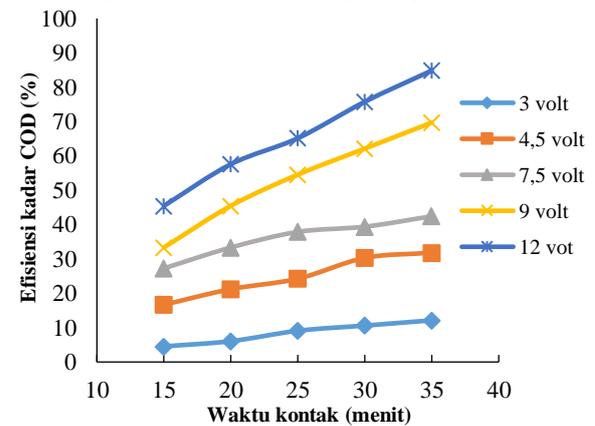
V = Volume contoh (mL)

Hasil

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah cair batik secara elektrokoagulasi dengan menggunakan sepasang logam aluminium (Al) sebagai elektroda yang dipasang sebagai katoda dan anoda. Pada anoda, senyawa organik yang ada dalam limbah batik berbentuk cairan akan dioksidasi. Sebagai indikator yang teroksidasi oleh senyawa organik dalam limbah berbentuk cairan batik, maka dilaksanakan pengukuran nilai TSS dan COD sesudah dan sebelum diberi perlakuan.

Pengaruh Variasi Treatment terhadap Penurunan Kadar COD

COD menunjukan banyaknya oksigen terlarut (mg O₂) yang diperlukan oleh bahan oksidan guna melakukan oksidasi zat organik, dimana pengoksidasi KI (Kalium Iodida) biasanya digunakan sebagai sumber oksigen [21]. Hasil pengujian sampel limbah batik sebelum diberi perlakuan elektrokoagulasi memliki kandungan COD sebesar 669,15 mg/L. Hasil tersebut melebihi ambang batas yang diizinkan Kementrian Negara Lingkungan Hidup pada industri tekstil 150 mg/L untuk COD. Hasil penelitian pengaruh beda potensial dan waktu kontak terhadap efisiensi penurunan COD ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik efisiensi penurunan kadar COD pada setiapi variasi

Terlihat bahwa beda potensial dan waktu kontak memberikan pengaruh pada efisiensi penurunan COD, semakin besar beda potensial dan semakin lama waktu kontak maka efisiensi penurunan COD akan semakin tinggi. Pada beda potensial 3 volt dengan waktu kontak (15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, dan 35 menit) diperoleh efisiensi penurunan COD sebesar 4,54%, 6,06%, 9,09%, 10,6%, dan 12,12%. Penambahan waktu kontak akan menurunkan kadar COD yang signifikan, hal tersebut dikarenakan semakin lama waktu kontak yang digunakan penempelan ion-ion logam pada elektroda akan semakin bertambah. Penurunan COD akan terbentuk flok dari ion senyawa organik yang berkaitan dengan ion koagulan yang bersifat positif, teori tersebut bersumber pada teori *double layer*. Pada limbah batik molekuler akan membentuk menjadi flok, sehingga partikel koloid yang terdapat pada limbah bersifat mengikat partikel [1].

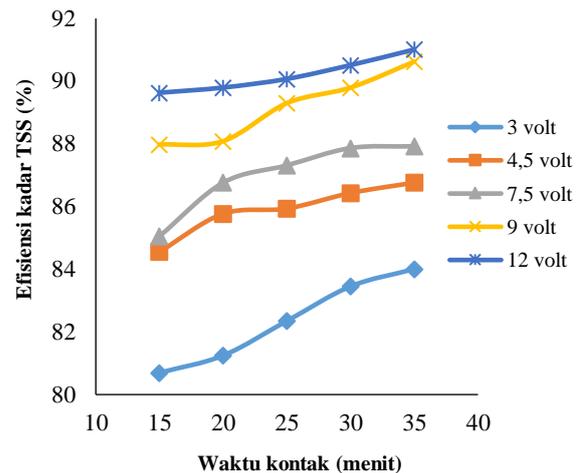
Kenaikan beda potensial menjadi 7,5 volt hanya menaikkan efisiensi penurunan COD rata-rata sebesar 36,11%. Tetapi, dengan menaikkan beda potensial menjadi 12 volt efisiensi penurunan COD meningkat signifikan menjadi 45,45%, 57,57%, 65,15%, 75,75%, dan 84,84% masing-masing selama 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, dan 35 menit.

Kenaikan beda potensial meningkatkan frekuensi arus listrik, menyebabkan lebih banyak pelepasan elektron dan Al^{3+} ke limbah cair. Ion Al^{3+} dari Anoda bisa bereaksi dengan OH^- serta ion koloid bermuatan negatif pembentukan $Al(OH)_3$ dapat berperan sebagai koagulan-koagulan $Al(OH)_3$ mengikat partikel-partikel koloid sekitarnya membentuk flok-flok. Reaksi reduksi di katoda menghasilkan gas H_2 yang mengangkut koloid pengotor ke dalam air limbah. Proses tersebut disebut dengan proses flotasi. Semakin lama proses elektrokoagulasi terjadi maka semakin besar pula koloid atau flok yang terbentuk. Akibat banyaknya flok-flok yang terbentuk dan partikel-partikel ringan yang terflotasi, maka terjadi proses penurunan konsentrasi COD dalam badan air. Gas, buih dan flok $Al(OH)_3$ terbentuk pada bagian anoda. Flok akan mengikat unsur-unsur yang ada didalam limbah, sehingga flok memiliki kecenderungan mengendap [22].

Pengaruh Variasi Treatment terhadap Penurunan Kadar TSS

TSS yakni suatu pengukuran jumlah mg/L padatan yang tidak tersuspensi atau terlarut dan biasanya ada sebagai padatan berlumpur ataupun berpasir. Padatan terlarut yang ada pada proses TSS ini yakni padatan koloid serta suspensi yang menjadi kandungan pada proses TSS. Oleh karena itu, dilakukan proses penyaringan air limbah [23]. Hasil pengujian sampel limbah batik sebelum diberi perlakuan elektrokoagulasi memiliki kandungan TSS sebesar 3626 mg/L. Hasil tersebut melebihi ambang batas yang diizinkan Kementerian Negara Lingkungan

Hidup pada industri tekstil yaitu 50 mg/L untuk TSS [5].



Gambar 3. Grafik efisiensi penurunan kadar COD pada setiap variasi

Gambar 3 menunjukkan data pengaruh beda potensial dan waktu kontak terhadap efisiensi penurunan TSS. Secara garis besar, kedua perlakuan memberikan pengaruh yang sama seperti halnya terhadap COD, bahwa semakin tinggi beda potensial dan semakin lama waktu kontak menaikkan efisiensi penurunan TSS. Kecenderungan tersebut juga berdasarkan alasan yang sama, yaitu efek pembentukan koagulan dan proses flotasi. Lama kontak terhadap elektroda yang digunakan berbanding lurus dengan jumlah muatan yang mengalir selama proses elektrokoagulasi. Hal tersebut menyebabkan semakin banyak ion-ion logam yang menempel pada elektroda sehingga TSS akan semakin mengalami penurunan. Peningkatan waktu kontak pada suatu pengolahan sangat penting agar pengolahan dapat dicapai secara optimal [24].

Pada penelitian terjadi penurunan setelah proses pengolahan sebesar 91% pada kondisi tegangan 12 V selama 35 menit. Pada beda potensial 12 volt efisiensi penurunan TSS relatif konstan yaitu sebesar 89%; 89%; 90%; 90% dan 91%. Hal ini dimungkinkan setelah waktu kontak 35 menit, pelepasan ion Al^{3+} ke dalam larutan sudah minimal karena keterbatasan aluminium di sisi anoda. 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 hidrogen (H_2) yang berfungsi untuk mengangkat flok yang terbentuk keatas permukaan, flok yang terbentuk lama kelamaan akan bertambah besar dan akhirnya mengendap ke dasar bak elektrokoagulasi [1].

Kedua perlakuan terbukti berhasil menurunkan kadar COD hingga dibawah ambang batasnya, sementara TSS diperoleh juga penurunan, tetapi penurunannya belum mencapai kadar baku

mutu yang diizinkan. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh munculnya flok-flok pada saat proses penyaringan hasil elektrolisis, sehingga untuk penentuan kadar TSS, sampel limbah setelah elektrolisis harus diendapkan dalam durasi yang lama untuk memisahkan air dengan padatan tersuspensi.

Kesimpulan

Elektrokoagulasi dengan menggunakan sepasang elektroda aluminium (Al) dapat menurunkan kandungan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solids* (TSS) pada air limbah cair batik. Penurunan kadar COD menjadi 105,93 mg/L dengan efisiensi penurunan mencapai 84,84% dan kadar TSS menjadi 326 mg/L dengan efisiensi penurunan mencapai 91%. Kondisi optimum tersebut dicapai pada tegangan 12 V dengan waktu kontak 35 menit, jarak elektroda 2 cm, dan tebal elektroda 1 cm.

Daftar Pustaka

- [1] N. D. Lestari and T. Agung, "Penurunan TSS dan warna limbah industri batik secara elektro koagulasi," *J. Ilm. Tek. Lingkungan.*, vol. 6, no. 1, pp. 37–44, 2016.
- [2] T. R. Kurniati and M. Mujiburohman, "Pengaruh beda potensial dan waktu kontak elektrokoagulasi terhadap penurunan kadar COD dan TSS pada limbah cair laundry," *URECOL Conference: Bidang MIPA dan Kesehatan*, 2020, pp. 309–313.
- [3] A. Lumaela, "Pemodelan *Chemical Oxygen Demand* (COD) sungai Di Surabaya Dengan metode *Mixed Geographically Weighted Regression*," *J. Sains Dan Seni Pomits*, vol. 2, no. 1, pp. 100–105, 2013.
- [4] B. Andika, P. Wahyuningsih, and R. Fajri, "Penentuan nilai BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan," *J. Kim. Sains dan Terap.*, vol. 2, no. 1, p. 5, 2020.
- [5] Anonim, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia, Jakarta, 2014, p.1-83.
- [6] A. J. Gomes, K. D. Kamol, and A. J. Sadia, "Treatment of truck wash water using electrocoagulation, desalination and water treatment," *Desalin. Water Treat.*, vol. 57, no. 54, pp. 25991–26002, 2016.
- [7] A. N. Chusnun, J. C, and A. Haris, "Variasi jumlah elektroda dan besar tegangan dalam menurunkan kandungan COD dan TSS limbah cair tekstil dengan metode elektrokoagulasi," *J. Tek. Lingkungan.*, vol. 3, no. 1, pp. 21–26, 2017.
- [8] W. Santoso, "Efektifitas alat diffuser dan aerator terhadap penurunan kadar COD dan pH air limbah industri penyamakan kulit pada UPT lingkungan industri kecil Kabupaten Magetan," Skripsi, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, 2018.
- [9] M. A. Franson, *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*, 19th ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 1992.
- [10] M. Fachorurozi, L. B. Utami, and D. Suryani, "Pengaruh variasi biomassa *Pistia Stratiotes* L terhadap penurunan kadar BOD, COD dan TSS limbah cair tahu Di Dusun Klero Sleman Yogyakarta," *J. Public Health (Bangkok)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–16, 2017.
- [11] A. Wulandari, "Analisis beban pencemaran dan kapasitas asimilasi perairan Pulau Pasaran Di Provinsi Lampung," Skripsi, Universitas Lampung, Lampung, 2018.
- [12] B. H. Prabowo, H. L. Nurdini, and R. Duwi, "Elektrokoagulasi untuk menurunkan COD dan logam berat dalam limbah cair tekstil menggunakan elektroda aluminium dan baja," in *Nasional Conference: Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 2018, pp. 109–115.
- [13] F. Hanum, R. Tambun, M. Y. Ritonga and W. W. Kasim, "Aplikasi Elektrokoagulasi dalam Pengolahan limbah cari pabrik kelapa sawit," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 4, no. 4, pp. 13–17, 2015.
- [14] M. Wardhani, Dirgawati, and K. P. Valyana, "Penerapan metode elektrokoagulasi dalam pengolahan air limbah industri penyamakan kulit," in *Seminar Ilmiah Nasional: Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia*, 2015, p. 7.
- [15] B. Prasmono, "Pengolahan air limbah *Cold Storage* menggunakan proses elektrokoagulasi," Skripsi, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya, 2015.
- [16] E. Silviana and Fauziah, "The comparison of potassium iodate concentration in jangka salt of matang glumpang dua production from the cooking and natural drying process by iodometri method," *J. Lantanida*, vol. 7, no. 2, pp. 101–193, 2019.
- [17] Samsuar and F. Mariana, "Analisis kadar klorin sebagai pemutih pada rumput laut (*Eucheuma Cottoni*) yang beredar di Lampung," *J. Farm. Lampung*, vol. 6, no. 2, 2017.
- [18] R. Padmaningrum, "Titrasi Iodometri," *PLPG Conference: Pendidikan dan Latihan Profesi Guru*, 2008, p. 4.
- [19] S. M. Khopkar, *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press, 1990.
- [20] C. N. Sari, "Studi pengolahan limbah cair batik menggunakan PAC sebagai koagulan dan *Organoclay* sebagai flokulan," Skripsi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, 2016.
- [21] A. E. Valentina, S. M. Siti, and Latifah, "Pemanfaatan arang eceng gondok dalam menurunkan kekeruhan, COD, BOD pada air

- sumur,” *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 85–89, 2013.
- [22] E. Wiyanto and B. Harsono, “Penerapan elektrokoagulasi dalam proses penjernihan limbah cair,” *J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 19–36, 2014.
- [23] M. F. Aminoto, “Pengaruh voltase dan jarak elektroda terhadap nilai BOD, COD, pH dan TSS pada limbah cair industri tahu dengan metode elektrokoagulasi,” Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2019.
- [24] A. I. Saputra, “Penurunan TSS air limbah laboratorium rumah sakit menggunakan elektrokoagulasi,” *J. Nurs. Public Heal.*, vol. 6, no. 2, pp. 6–13, 2018.