

VARIASI WAKTU ELEKTROLISIS MENGUNAKAN ELEKTRODA ALUMINIUM UNTUK MENURUNKAN COD LIMBAH “BATIK AYU” DI PIJENAN, WIJIREJO, PANDAK, BANTUL

Mia Nandha Sari*, Tuntas Bagyono**, Choirul Amri***

* JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293
email: mianandha30@gmail.com

** JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Abstract

The development of batik industry gives both positive and negative impacts on people life. One of the negative effects is the waste yielded from the production process which is potential to pollute the environment. The results of preliminary survey show that the COD examination of the sewage of “Batik Ayu” industry, which is located in Pijenan, Wijirejo, Pandak, Bantul, at the outlet was 570 mg/L, meaning that the waste still exceeding the threshold regulated by the Decree of Governor of DIY No. 7 in 2010. The purpose of this research was to know the effect of electrolysis time using aluminium electrodes on COD reduction of that industry waste, by conducting an experiment with pre-test post-test with control group design. The waste water sample for this study were obtained by using time combination method and with quota sampling technique. There were three electrolysis times used, i.e. 1 hour, 2 hour and 3 hour, which were measured in 10 replications. The results of data analysis with using one way anova from SPSS for Windows at 0,05 level of significance, indicate that the COD reductions produced from the treatment groups and control group were not different. However, if compared individually, the COD reduction of each electrolysis time is higher than that of the control group.

Keywords : batik sewage treatment, electro-coagulation, sedimentation

Intisari

Perkembangan industri batik memberikan dampak positif dan juga negatif bagi kehidupan masyarakat. Salah satu dampak negatifnya adalah dihasilkannya limbah yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Dari hasil survei pendahuluan, diketahui pemeriksaan COD limbah industri “Batik Ayu” di Pijenan, Wijirejo, Pandak, Bantul, pada outlet adalah sebesar 570 mg/L yang berarti masih melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur DIY No. 7 tahun 2010. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh waktu elektrolisis menggunakan elektroda aluminium terhadap penurunan COD limbah di atas. Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimen dengan desain pre-test post-test with control group. Sampel limbah cair diperoleh dengan metoda sampling gabungan waktu dengan teknik pengambilan quota sampling. Ada tiga waktu kontak yang digunakan, yaitu: 1 jam, 2 jam, dan 3 jam, yang diukur dalam 10 kali ulangan. Hasil analisis data menggunakan uji one way anova dari SPSS for Windows pada taraf signifikansi 0,05; menunjukkan bahwa kelompok perlakuan dan kontrol tidak memberikan perbedaan penurunan kadar COD yang signifikan. Namun demikian, jika dibandingkan antara masing-masing waktu kontak dengan kontrol, ditemukan adanya perbedaan.

Kata Kunci : pengolahan limbah batik, elektrokoagulasi, sedimentasi

PENDAHULUAN

Batik telah diakui oleh UNESCO sebagai warisan budaya dunia yang berasal dari Indonesia. Pengakuan ini diberikan dengan berbagai upaya yang dilakukan oleh Indonesia, terutama karena penilaian terhadap keragaman motif batik yang penuh makna filosofi mendalam. Selain itu, pemerintah dan rakyat Indonesia juga dinilai telah melakukan

berbagai langkah nyata untuk melindungi dan melestarikan warisan budaya ini secara turun temurun.

Pengakuan badan PBB tersebut membuat pengusaha batik lebih bersemangat, karena hasil karya yang sudah diwariskan oleh para leluhur mendapat pengakuan dari dunia.

Menurut Keputusan Presiden No. 33 tahun 2009 Hari Batik Nasional jatuh setiap tanggal 2 Oktober. Pencanaan ini

telah berperan dalam meningkatnya minat pemakai batik. Data Kementerian Perindustrian menyebutkan bahwa pada tahun 2015 jumlah konsumen batik tercatat sebanyak 110 juta orang ¹⁾. Meningkatnya minat dan konsumsi batik berdampak pada tumbuh dan berkembangnya sentra-sentra industri batik di berbagai daerah di Indonesia.

Proses pembuatan batik tulis menggunakan metoda sederhana yaitu menggambar kain dengan canting dan mencelupkannya ke dalam pewarna, sementara batik cap, dengan cara dicap pada cetakan. Batik dapat pula diproduksi secara massal dengan mesin modern.

Karena pembuatan batik menggunakan bahan pewarna kimia, maka limbah industri batik mengandung bahan kimia. Limbah batik terdiri atas warna, bau, zat padat tersuspensi, temperatur, dan karakteristik kimia yang terdiri atas bahan organik, anorganik, fenol, sulfur, pH, logam berat, senyawa racun dan gas ²⁾.

Efek negatif pewarna kimiawi dalam proses pembuatan batik kepada para perajin adalah risiko terkena kanker kulit. Ini terjadi karena saat proses pewarnaan, umumnya para perajin tidak menggunakan sarung tangan sebagai keamanan. Kalaupun memakai, tidak benar-benar terlindung secara maksimal. Akibatnya, kulit tangan terus menerus bersinggungan dengan pewarna kimia berbahaya seperti Naphtol yang lazim digunakan. Bahan kimia yang termasuk dalam kategori B3 (bahan beracun berbahaya) ini dapat memicu kanker kulit. Selain itu, limbah pewarna yang dibuang sembarangan, juga bisa mencemari lingkungan, merusak ekosistem sungai yang menyebabkan ikan-ikan mati dan air sungai tidak dapat dimanfaatkan lagi ⁵⁾.

Desa Wijirejo di Kecamatan Pandak Kabupaten Bantul merupakan salah satu sentra industri kerajinan batik di DIY. Jumlah perajin batik di sentra tersebut ada 17, namun yang masih tetap eksis dan memproduksi dalam skala banyak hanyalah: Batik Topo, Batik Ayu, Batik Dirjo Sugito, batik Nining, Batik Sri Sulastri, Batik Erisa, dan Batik Ida ⁴⁾. Keseluruhan 17 perajin batik di sentra industri

tersebut belum melakukan pengolahan terhadap limbah yang dihasilkan, dimana limbah cair tersebut langsung dialirkan ke Sungai Bedog.

Karena limbah cair batik mengandung bahan kimia, maka pengolahannya diutamakan untuk menurunkan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) agar sesuai dengan baku mutu yang ditentukan oleh Peraturan Gubernur DIY No. 7 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Pelayanan Kesehatan dan Jasa Pariwisata ³⁾.

Dari hasil survei pendahuluan yang dilakukan pada 16 Desember 2015 yang mengambil sampel limbah secara acak, yaitu di Batik Ayu dan Batik Ida, diketahui bahwa kadar COD mencapai 570 mg/L untuk Batik Ayu dan 9.187,5 mg/L untuk Batik Ida, yang artinya melebihi baku mutu yang ditentukan oleh Peraturan Gubernur DIY No. 7 tahun 2010 di atas.

Volume limbah cair batik yang dihasilkan oleh Batik Ayu adalah 5000 L sedangkan yang dihasilkan Batik Ida hanya 1000 L. Berdasarkan volume limbah cair dan kadar COD yang dihasilkan tersebut, peneliti memilih Batik Ayu sebagai tempat penelitian.

Kadar COD yang melebihi baku mutu yang ditentukan, dalam jangka waktu panjang akan menimbulkan dampak bagi kesehatan dan lingkungan. Dampak bagi kesehatan berupa timbulnya *septicemia* (keracunan dalam darah), hingga terjadi demam mengigil dan bisa berakibat kematian. Sedangkan dampak bagi lingkungan yaitu dapat menyebabkan kehidupan flora dan fauna yang ada di lingkungan air menjadi terganggu ⁶⁾.

Berbagai alasan perajin batik tidak mengolah limbah batiknya adalah karena biaya pengolahan yang sangat tinggi. Namun karena limbah batik merupakan limbah B3 yang sangat berbahaya, maka sangat perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan atau ditimbun dalam tanah. Beberapa cara yang sudah dilakukan untuk mengolah limbah ini adalah dengan cara absorpsi, elektrolisis dan mikrobiologis ⁷⁾.

Cara elektrokimia merupakan metoda yang berhasil mengolah beberapa je-

nis limbah cair industri, termasuk limbah batik, namun tanpa memerlukan biaya yang sangat tinggi⁸⁾. Metoda ini dapat diaplikasikan ke dalam proses koagulasi kontinyu dengan menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia berupa gejala dekomposisi elektrolisis.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Inayanti⁹⁾ menunjukkan bahwa penurunan COD dan warna yang maksimal adalah menggunakan elektroda alumunium berukuran 15 cm x 15 cm dengan jarak 2 cm. Cara tersebut efektif menurunkan COD dan warna dengan masing-masing persentase penurunan sebesar 63,48 % dan 50,41 %. Berdasarkan hal tersebut, peneliti ingin meneneliti lebih lanjut tentang waktu kontak efektif antara metoda elektrolisis yang digunakan tersebut dengan air limbah batik.

Hal ini perlu dilakukan karena pertimbangan bahwa waktu kontak merupakan faktor yang berpengaruh dalam proses elektrokoagulasi agar tujuan pengolahan limbah dapat tercapai secara optimal¹⁰⁾, sehingga kadar COD limbah cair yang dihasilkan dapat turun dan memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

Berdasarkan Hukum Faraday II, pada beberapa sel elektrolisis yang dihubungkan secara seri, semua rangkaian akan memiliki arus listrik yang sama dan konstan pada tiap selnya, sehingga suatu massa molar adalah ekuivalen dengan suatu larutan dan sebanding dengan massa produk per massa molar ekuivalen lain. Hukum Faraday II tersebut dinyatakan dalam persamaan $m_1 \cdot e_1^{-1} = m_2 \cdot e_2^{-1}$. Penggunaan model elektrolisis ini diharapkan mampu mengikat unsur COD dan warna¹¹⁾.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian elektrolisis terhadap limbah batik untuk menurunkan kadar COD menggunakan elektroda alumunium dengan variasi waktu kontak 1 jam, 2 jam, 3 jam.

METODA

Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah *experiment* dengan menggunakan desain *pre-test post-test with control*

group yang hasilnya dianalisis secara deskriptif dan statistik.

Sampel air limbah yang digunakan diambil dengan menggunakan metoda pengambilan gabungan waktu dan teknik *quota sampling* sesuai dengan cara menetapkan jumlah anggota sampel secara *quotum* atau jatah. Dengan debit perlakuan untuk 1 jam adalah 2,83 ml/detik; 2 jam, 2,80 ml/detik; dan 3 jam, 2,81 ml/detik, dan kontrol 2,72 ml/detik, maka dalam satu kali perlakuan dibutuhkan 90,14 L air limbah. Penelitian ini melakukan ulangan perlakuan sebanyak 10 kali, oleh karena itu, banyaknya limbah cair yang dibutuhkan secara keseluruhan adalah 901,144 L.

Alat yang digunakan meliputi: botol sampel, kertas label dan alat tulis, serta ember, bak ekualisasi, bak elektrokoagulasi (yang terdiri dari 6 pasang elektroda alumunium yang disusun secara paralel), dan bak sedimentasi.

Tahap penelitian yang pertama adalah membuat bak ekualisasi dengan volume ≥ 90 L untuk waktu kontak dan kontrol, dan mengambil sampel limbah untuk pengukuran *pre-test*. Selanjutnya, alat elektroda alumunium yang sudah dirangkai secara paralel dimasukkan pada bak elektrokoagulasi yang sudah dirangkai, dan kemudian menghubungkan arus listrik antara kutub positif dan negatif. Setelah itu, air limbah dialirkan dan ditunggu proses elektrolisis dan sedimentasi yang terjadi. Setelah itu, dilakukan pengambilan sampel limbah untuk pengukuran *post-test*, yaitu dikirim ke BLK Yogyakarta untuk pemeriksaan kadar COD di dalam sampel limbah tersebut.

Analisis deskriptif terhadap data hasil pemeriksaan laboratorium digunakan untuk membandingkan nilai rerata yang di peroleh dari setiap pengukuran, serta membandingkannya dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Adapun analisis secara statistik, dilakukan untuk menguji perbedaan yang tampak di antara hasil-hasil pemeriksaan. Analisis ini melakukan pengujian dengan *One Way Anova* pada taraf signifikansi 0,05. Uji tersebut digunakan karena berdasarkan hasil uji dengan Kolmo-

gorov-Smirnov disimpulkan bahwa data penurunan kadar COD yang dihasilkan oleh ketiga perlakuan waktu kontak dan juga kelompok kontrol, terdistribusi secara normal sehingga uji parametrik tersebut dapat digunakan.

HASIL

Rerata Penurunan Kadar COD pada Kelompok Perlakuan

Pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 disajikan hasil pemeriksaan kadar COD untuk *pre-test* dan *post-test* pada kelompok perlakuan dari 10 kali replikasi.

Tabel 1.
Hasil pengukuran kadar COD sebelum dan sesudah perlakuan dengan waktu kontak 1 jam

Ulangan ke	Kadar COD (mg/L)		Selisih	
	Pre-test	Post-test	mg/L	%
1	69840,00	220,38	69619,62	99,68
2	38800,00	248,36	38551,64	99,35
3	60680,00	242,72	60437,28	99,60
4	59940,00	275,28	59664,72	99,52
5	59940,00	284,16	59655,84	99,58
6	59940,00	246,86	59693,14	99,53
7	59940,00	279,36	59660,64	99,53
8	59940,00	279,36	59660,64	99,53
9	59940,00	279,36	59660,64	99,53
10	59940,00	260,74	59679,26	99,56
Jumlah	588900	2337,22	586283,42	99,56
Rerata	58890	233,72	58628,34	99,56

Dari tabel-tabel tersebut secara deskriptif dapat diketahui bahwa dengan perlakuan waktu kontak satu jam, rata-rata kadar COD berubah dari 58890 mg/L menjadi 233,72 mg/L, atau turun sebanyak 58628,34 mg/L atau 99,56 %.

Sementara itu, dengan perlakuan waktu kontak dua jam, kadar COD turun dari 58890 mg/L menjadi 268,99 mg/L, atau ada rerata penurunan 58621,01 mg/L (99,53 %); dan dengan waktu kontak tiga jam perlakuan, kadar COD air limbah turun dari rerata 58890 mg/L men-

jadi 282,34 mg/L, atau turun sebanyak 58607,65 mg/L (99,50 %).

Tabel 2.
Hasil pengukuran kadar COD sebelum dan sesudah perlakuan dengan waktu kontak 2 jam

Ulangan ke	Kadar COD (mg/L)		Selisih	
	Pre-test	Post-test	mg/L	%
1	69840,00	266,38	69573,62	99,61
2	38800,00	275,01	38524,99	99,29
3	60680,00	266,40	60413,60	99,56
4	59940,00	287,12	59652,88	99,52
5	59940,00	287,12	59652,88	99,52
6	59940,00	257,52	59682,48	99,57
7	59940,00	297,98	59682,02	99,50
8	59940,00	263,84	59676,16	99,55
9	59940,00	277,50	59662,50	99,53
10	59940,00	211,07	59728,93	99,64
Jumlah	588900	2689,94	586210,06	99,53
Rerata	58890	268,99	58621,01	99,53

Tabel 3.
Hasil pengukuran kadar COD sebelum dan sesudah perlakuan dengan waktu kontak 3 jam

Ulangan ke	Kadar COD (mg/L)		Selisih	
	Pre-test	Post-test	mg/L	%
1	69840,00	394,31	69445,69	99,43
2	38800,00	343,30	38456,70	99,11
3	60680,00	349,28	60330,72	99,42
4	59940,00	257,12	59682,88	99,57
5	59940,00	260,48	59679,52	99,56
6	59940,00	235,02	59704,98	99,60
7	59940,00	285,57	59654,43	99,52
8	59940,00	260,74	59679,26	99,56
9	59940,00	217,28	59722,72	99,63
10	59940,00	220,38	59719,62	99,63
Jumlah	588900	2823,46	586076,54	99,50
Rerata	58890	282,34	58607,65	99,50

Jika direkapitulasi, data hasil pengukuran kadar COD pada kelompok per-

lakukan adalah sebagaimana yang disajikan pada Tabel 4. Secara deskriptif dapat diketahui bahwa dari tiga waktu kontak yang diteliti, persentase penurunan kadar COD yang tertinggi dihasilkan oleh waktu kontak satu jam, yaitu 99,56 %, dan terendah dari lama waktu kontak tiga jam, yaitu 99,50 %.

Tabel 4.
Rekapitulasi rerata pengukuran kadar COD sebelum dan sesudah perlakuan dari 3 variasi waktu kontak

Waktu kontak	Kadar COD (mg/L)		Selisih	
	Pre-test	Post-test	mg/L	%
1 jam	58890	233,72	58656	99,56
2 jam	58890	268,99	58621	99,52
3 jam	58890	282,34	58608	99,50
Jumlah	176670	785,06	178885	298,58
Rerata	58890	261,68	58628	99,53

Penurunan Kadar COD pada Kelompok Kontrol

Tabel 5.
Hasil pengukuran kadar COD sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok kontrol

Ulangan ke	Kadar COD (mg/L)		Selisih	
	Pre-test	Post-test	mg/L	%
1	69840,00	3724,00	66116,00	94,66
2	38800,00	434,56	38365,44	98,88
3	60680,00	1006,40	59673,64	98,34
4	59940,00	1101,12	58838,88	98,16
5	59940,00	1195,80	58744,20	98,01
6	59940,00	947,20	58992,80	98,41
7	59940,00	496,64	59443,36	99,17
8	59940,00	248,32	59691,68	99,58
9	59940,00	248,32	59691,68	99,58
10	59940,00	583,60	59356,40	99,02
Jumlah	588900	9979,96	578920,04	983,81
Rerata	58890	997,99	57892,00	98,38

Data yang disajikan pada Tabel 5 di atas, secara deskriptif memperlihatkan bahwa di kelompok kontrol juga terjadi

penurunan kadar COD, yaitu dari rata-rata 58890 mg/L menjadi 997,99 mg/L, sehingga rerata penurunannya adalah sebanyak 7892,00 mg/L atau 98,38 %.

Sesuai dengan yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa karena asumsi normalitas distribusi dari data terpenuhi, maka uji *One Way Anova* dapat digunakan untuk menganalisis data penelitian. Nilai p yang diperoleh dari analisis statistik tersebut lebih kecil dari batas kritis 0,05; yang berarti bahwa kadar-kadar COD yang dihasilkan memang berbeda secara signifikan.

Tabel 6.
Ringkasan hasil uji *one way anova*

Perbandingan antara	Nilai p	Keterangan
Waktu kontak 1 jam dan 2 jam	0,988	Tidak ada perbedaan
Waktu kontak 1 jam dan 3 jam	0,964	Tidak ada perbedaan
Waktu kontak 2 jam dan 3 jam	0,977	Tidak ada perbedaan
Waktu kontak 1 jam dan kontrol	0,048	Ada perbedaan
Waktu kontak 2 jam dan kontrol	0,050	Ada perbedaan
Waktu kontak 3 jam dan kontrol	0,046	Ada perbedaan

Namun demikian, Tabel 6 di atas memperlihatkan bahwa bila dibandingkan antara sesama kelompok perlakuan, kadar COD yang diperoleh tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan atau bermakna (nilai p lebih besar dari 0,05); tetapi bila kadar COD dari tiap kelompok perlakuan dibandingkan dengan kadar COD pada kontrol, perbedaan tersebut baru nampak (nilai p lebih kecil atau dengan 0,05).

PEMBAHASAN

Berdasarkan data pada Tabel 4 dan Tabel 5, selisih nilai COD antara ketiga kelompok perlakuan dengan kontrol hanya sekitar 1 %. Ini menunjukkan bahwa proses elektrolisis tidak mampu menurunkan kadar COD dengan baik. Hal ini disebabkan karena waktu tinggal air lim-

bah di bak elektrokoagulasi kontrol selama tiga jam dan masih dibiarkan lagi selama satu jam di bak sedimentasi, sehingga dapat menurunkan kadar COD sebanyak 98,38 %. Turunnya COD kemungkinan akibat tingginya TSS (*total suspended solid*) yang terkandung di dalam limbah Batik Ayu, sehingga dengan dibiarkan pun akan tetap turun karena mengendap.

TSS sendiri adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak larut dan tidak mengendap langsung. Padatan tersuspensi adalah padatan yang terdiri dari partikel-partikel yang ukuran serta beratnya lebih kecil dari sedimen. Partikel yang digolongkan dalam padatan tersuspensi adalah semua partikel yang mempunyai diameter lebih besar dari 4,5 mikron⁶⁾.

Dari hasil-hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa proses elektrokoagulasi tanpa diberikan arus searah dan sedimentasi tidak dapat memperbaiki kualitas limbah cair batik. Oleh karena itu, pemilik/pengelola Batik Ayu lebih disarankan untuk membuat bak sedimentasi untuk bisa membantu menurunkan kadar COD.

Berdasarkan tabel-tabel di atas, terlihat bahwa selisih pengukuran COD antara waktu kontak satu jam, dua jam, dan tiga jam menunjukkan adanya penurunan konsentrasi COD setelah dilakukan proses pengolahan dengan elektrokoagulasi dan sedimentasi. Akan tetapi, terjadi penurunan konsentrasi COD pada setiap waktu kontak satu jam, dua jam, dan tiga jam tersebut. Hal ini disebabkan karena plat alumunium yang digunakan tidak sesuai atau tidak mengikuti ukuran panjang bak elektrokoagulasi.

Pada penelitian ini, untuk sampel limbah Batik Ayu sebanyak 10,21 L, digunakan bak elektrokoagulasi berukuran panjang 20,42 cm untuk waktu kontak satu jam; limbah sebanyak 20,16 L, digunakan bak elektrokoagulasi berukuran panjang 40,32 cm untuk waktu kontak dua jam; limbah sebanyak 30,33 L, digunakan bak elektrokoagulasi berukuran panjang 60,63 cm untuk waktu kontak tiga jam. Masing-masing diberi plat alu-

munium dengan enam pasang anoda dan katoda, yang diberi jarak antar plat sebesar dua cm, dan dialiri arus searah 12 volt. Pada plat alumunium ini, masing-masing enam plat katoda dan enam plat anoda disusun berselang-seling sedemikian rupa dan dirangkai secara paralel sehingga proses elektrolisis tidak bereaksi secara maksimal, walaupun tetap mampu menurunkan kadar COD.

Oleh karena itu, untuk yang akan datang, lebih baik penelitian ini dilakukan dengan menambah plat alumunium yang sesuai dengan ukuran panjang bak elektrokoagulasi agar dapat bereaksi secara maksimal dan mampu menurunkan kadar COD sesuai dengan baku mutu limbah cair untuk industri batik yang ditetapkan oleh Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 tahun 2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, Pelayanan Kesehatan dan Jasa Pariwisata, yaitu bahwa kadar maksimal untuk COD adalah 100 mg/L.

Penelitian ini menggunakan 10 kali ulangan, yang setiap kalinya dilakukan pencucian ulang pada bak dan plat elektroda alumunium. Pada saat proses pengolahan limbah dengan elektrokoagulasi banyak flok yang menempel pada plat katoda dan anoda sehingga perlu pencucian yang bersih untuk penggunaannya kembali, karena jika kurang bersih dapat menyebabkan kenaikan COD.

Proses pencucian alumunium pada penelitian ini hanya dilakukan dengan cara menyemprotnya menggunakan air dan menggosok dengan busa. Menurut Masita¹³⁾, pencucian plat alumunium sebaiknya menggunakan sikat yang lembut dan *aquadest* sebelum digunakan kembali. Selain itu, dapat pula dilakukan pelepasan plat alumunium untuk dibalik posisinya, sehingga pada pengambilan sampel selanjutnya besarnya parameter yang teratur kembali menurun pada masing-masing waktu kontak elektroda.

Tidak ada bedanya penurunan kadar COD yang terjadi, dimungkinkan karena ada pengaruh dari pH dan *range* waktu kontak yang terlalu singkat. Hal ini terjadi akibat dari semakin banyaknya ion OH⁻ yang dihasilkan melalui proses

reduksi air pada katoda maka nilai pH atau kebasaaan limbah cair yang diolah akan semakin meningkat.

Pada penelitian ini, pH awal limbah batik berkisar antara 6-7. Semakin lama waktu kontak dari proses elektrokoagulasi akan meningkatkan nilai pH. Pada pH yang lebih besar dari 7,8, alumunium akan larut dalam air. Untuk menghindari alumunium yang terlarut tersebut maka tidak perlu dilakukan koagulasi dengan senyawa alumunium pada pH yang lebih besar dari 7,8¹²⁾.

Selama koagulasi, pengaruh pH air terhadap ion H^+ dan OH^- penting untuk pembentukan muatan hasil hidroksida. Oleh karena itu, pada proses elektrokoagulasi perlu dilakukan pengukuran pH untuk mengetahui sifat dari limbah batik yang akan diolah. Menurut Wilkinson, seng mudah bereaksi dengan asam pengoksidasi, melepaskan H_2 dan menghasilkan ion divalensi. Pada suasana basa kuat, seng akan larut karena mampu membentuk ion zinkat ZnO_2^{2-} .

Oleh karena itu, semakin asam pH yang ada di dalam limbah cair batik, maka penurunan konsentrasi COD semakin besar. Efisiensi penyisihan konsentrasi COD yang tertinggi terjadi pada kombinasi optimum pada voltase 12 V, jarak elektroda 1 cm, pH 1 dan waktu elektrolisis selama 120 menit dengan efisiensi COD dan TSS mencapai 96,33 % dan 87,87 %¹⁴⁾.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Darmawan¹⁵⁾, elektrokoagulasi akan efektif dilakukan pada suasana asam dibandingkan dengan pada suasana basa, dan hasil optimal didapatkan pada pH 4. Pada penelitian Darmawan tersebut, seng lebih mudah teroksidasi pada suasana asam dibandingkan pada suasana basa, sehingga dengan waktu yang sama seng hidroksida yang dihasilkan pada suasana asam akan lebih banyak dibandingkan jika suasananya basa. Selain itu, pada suasana asam, ion-ion hidrogen lebih mudah terserap oleh endapan gelatin seng hidroksida, sehingga mengakibatkan seng hidroksida semakin bermuatan positif dan akibatnya partikel-partikel bermuatan negatif se-

perti halnya indigo karmina akan mudah terkopresipitasi pada suasana asam dibandingkan suasana basa.

Dari hasil-hasil pengujian yang telah dilakukan, proses elektrokoagulasi terbukti tidak cukup dapat memperbaiki kualitas limbah cair. Namun, dengan pengaturan pH pada bak ekualisasi dengan menggunakan H_2SO_4 jika pH limbah cair batik lebih dari 5 hingga mencapai pH asam yang diinginkan, serta dengan pengurangan lama waktu kontak, tercapainya standar baku mutu limbah cair sebagaimana yang dipersyaratkan oleh Peraturan Gubernur di atas melalui proses elektrokoagulasi, kemungkinan dapat dilakukan.

KESIMPULAN

Variasi waktu kontak elektrokoagulasi yang digunakan dalam penelitian ini tidak berpengaruh dalam menurunkan COD limbah batik. Namun, kadar COD yang diturunkan oleh waktu kontak elektrokoagulasi satu jam berbeda dengan kontrol ($p\text{-value} = 0,048$). Demikian pula dengan waktu kontak dua jam ($p\text{-value} = 0,050$), dan waktu kontak tiga jam ($p\text{-value} = 0,046$).

SARAN

Untuk menurunkan kadar COD, pengolahan limbah batik lebih disarankan untuk menggunakan bak sedimentasi. Sementara itu, bagi yang ingin melanjutkan penelitian ini, sangat disarankan untuk melakukan pengukuran dan pengaturan suhu dan pH untuk mengetahui sifat limbah cair, sehingga proses pembentukan alumunium hidroksida akan lebih efektif. Terkait dengan plat elektroda alumunium berukuran 15 cm x 15 cm dan berketebalan 0,25 cm yang digunakan dalam penelitian ini, perlu dilakukan kajian mengenai berapa banyak volume air limbah yang mampu ditangani.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Perdagangan, 2015. *Kemendag Perketat Impor Tekstil*

- Motif Batik*, (Online), (<http://www.kemendag.go.id>, diakses 22 Desember 2015).
2. Muljadi. 2009. Efisiensi instalasi pengolahan limbah cair industri batik cetak dengan metode fisika kimia dan biologi terhadap penurunan parameter pencemar (BOD, COD dan logam berat Krom). *Ekuilibrum*, 8 (1): hal.7-16
 3. Pemerintah Daerah Provinsi D.I.Y, 2010. *Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Pelayanan Kesehatan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*,
 4. Bantulbiz, 2010. *Desa Wijirejo Sentra Kerajinan Batik*. (Online), (<http://bantulbiz.com>, 22 diakses Desember 2015).
 5. Sunardiyanto, E., 2012. *Dampak Limbah Batik dan Cara Pengolahan Limbah Batik*, (Online), (<http://ekosunardiyanto.blogspot.com>, diakses 22 Desember 2015).
 6. Wardhana, A. W., 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi, Yogyakarta.
 7. Riyanto, 2014. *Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*, Deepublish, Yogyakarta.
 8. Matis, 1980. Treatment of industrial liquid waste by electro-floatation, *Water Pollution Control*, 19: hal.136-142
 9. Inayati, P. E., 2014. *Pengaruh variasi Jarak Elektroda Alumunium Metode Elektrokoagulasi dan Sedimentasi terhadap Penurunan Kaadar COD dan Warna Limbah Batik "X" Sleman Yogyakarta*, Skripsi tidak diterbitkan, Poltekkes Kemenkes, Yogyakarta.
 10. Sugiharto, 2014. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*, UI-Press, Jakarta
 11. Sudarmo, U., 2006. *Kimia SMA/MA untuk Kelas XII*, Phiβeta, Jakarta.
 12. Asmadi, 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*, Gosyen Publishing Yogyakarta.
 13. Masita, 2006. Studi penurunan konsentrasi chromium dan tembaga dalam pengolahan limbah cair elektroplanting artificial dengan metode elektrokoagulasi, *Jurnal Sains MIPA*. 13 (1).
 14. Suyata, I. dan Rastuti, U., Penerapan metode elektrokimia untuk penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid (TSS) limbah cair industri tahu, *Molekul*, 10 (1): hal. 74-81.
 15. Darmawan, A., 2006. Koagulasi pewarna indigo karmina dengan metoda elektrolisis menggunakan anoda seng, *JSKA*, 9 (1).