

PENGOLAHAN LIMBAH ZAT WARNA TEKSTIL TERDISPERSI DENGAN METODE ELEKTROFLOTASI

Haryono, Muhammad Faizal D., Christi Liamita N., Atiek Rostika

*Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran,
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor*

*E-mail: haryono@unpad.ac.id

Diterima: 12 Desember 2017. Disetujui: 17 Januari 2018. Dipublikasikan: 30 Januari 2018

Abstract: Wastewater textile industry has the potential to pollute the environment. Most of the material in textile wastewater is dyes, especially synthetic dye. Synthetic dye is a complex pollutant and high color intensity. The existence of textile waste waters can interfere with the penetration of sunlight so that the life of the organism in waters will be disrupted. One of the textile wastewater treatment techniques is electro floatation. Electro floatation is the process of separation of pollutants in liquids by floating of substances or particles dispersed in the water to the surface through the formation of bubbles of oxygen gas and hydrogen on the electrode. Electro floatation process is determined by several factors, including voltage and contact time. In this study, the textile wastewater is treated by electro floatation on the voltage variations 6 and 12 V, and the contact time variations 30, 40, 50, 60 minutes. COD and color of textile wastewater was measured first. Then COD and colour of textile wastewater was measured again to determine how much effect of electro floatation in the removing pollutants. The best results of electrofloatation process with COD of 122.4 mg/L (as %removal of pollutant is 88.9%) and color grade of 100 mg/L Pt-Co (as %removal of pollutant is 93.3%) obtained when a voltage was 12 V and a contact time was 60 minutes. This shows that greater voltage and longer time of electro floatation, will decreased COD and color.

Keywords: chemical oxygen demand; color grade; electro floatation; disperse dyes

Abstrak: Limbah yang dihasilkan industri tekstil sangat berpotensi mencemari lingkungan. Sebagian besar bahan yang terdapat dalam limbah tekstil adalah zat warna, terutama zat warna sintetik. Zat warna sintetik tersebut merupakan bahan pencemar yang sangat kompleks dan intensitas warnanya tinggi. Keberadaan limbah tekstil dalam perairan dapat mengganggu penetrasi sinar matahari sehingga kehidupan organisme dalam perairan akan terganggu. Salah satu metode pengolahan limbah tekstil yaitu dengan cara elektroflotasi. Elektroflotasi adalah proses pemisahan polutan pada cairan dengan cara mengapungkan zat atau partikel yang terdispersi di dalam air ke permukaan melalui pembentukan gelembung gas oksigen

dan hidrogen pada elektrode. Proses elektroflotasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya tegangan dan waktu kontak. Pada penelitian ini air limbah tekstil diolah dengan elektroflotasi pada variasi tegangan 6 dan 12 V, dan waktu kontak selama 30, 40, 50, 60 menit. Air limbah tekstil terlebih dahulu diukur nilai COD dan warna awal. Sampel hasil elektroflotasi kembali diuji nilai COD dan warna untuk mengetahui seberapa besar efek elektroflotasi terhadap penghilangan polutan dalam sampel. Hasil elektroflotasi terbaik dengan nilai COD 122,4 mg/L (sebagai %pemisahan polutan adalah 88,9%) dan tingkat warna 100 mg/L Pt-Co (sebagai %pemisahan polutan adalah 93.3%) diperoleh ketika digunakan tegangan 12 V dan waktu kontak 60 menit. Hal ini menunjukkan semakin besar tegangan dan semakin lama waktu elektroflotasi, penurunan nilai COD dan warna semakin besar.

Kata kunci: COD; tingkat warna; elektroflotasi; pewarna terdispersi

PENDAHULUAN

Jawa Barat, khususnya Kabupaten Bandung merupakan sentra industri tekstil. Jumlah industri tekstil di Jawa Barat menunjukkan peningkatan dari 839 menjadi 1.062 pabrik selama kurun waktu tahun 2011-2014, dengan rata-rata pertumbuhan jumlah industri tekstil sekitar 8,21%/tahun (BPS, 2017). Pada proses pengolahan di industri tekstil tersebut selalu dihasilkan limbah, terutama berupa limbah cair (air limbah). Sebelum dibuang ke lingkungan perairan, air limbah harus diolah sehingga sesuai dengan baku mutu yang dipersyaratkan dapat dibuang ke lingkungan agar tidak menimbulkan pencemaran.

Pencemaran oleh limbah cair yang berasal dari industri merupakan permasalahan lingkungan yang dominan. Limbah cair yang tidak diolah dan

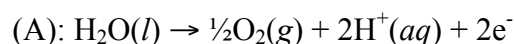
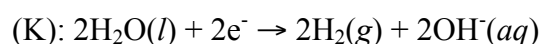
dikelola akan berdampak buruk terhadap perairan, khususnya sumber daya air (Priya et al., 2011). Salah satu jenis limbah cair yang relatif banyak dijumpai adalah limbah tekstil. Limbah tekstil yang dihasilkan industri pencelupan sangat berpotensi mencemari lingkungan. Hal ini disebabkan air limbah tekstil tersebut mengandung bahan-bahan pencemar yang sangat kompleks dan intensitas warnanya tinggi. Komponen utama yang berkontribusi pada rendahnya kualitas air limbah dari industri tekstil adalah keberadaan bahan pewarna yang tersedia dalam berbagai jenis senyawa kimia dengan konsentrasi bervariasi. Beberapa tipe bahan pewarna merupakan racun dan berdampak secara karsinogenik dan mutagenik terhadap kehidupan perairan dan manusia (Couto, 2009).

Bahan pewarna di industri tekstil umumnya merupakan pewarna sintetik. Terdapat 2 jenis gugus kunci dalam suatu molekul pewarna sintetik, yaitu kromofor dan auksokrom. Kromofor berperan untuk menghasilkan warna, sedangkan keberadaan auksokrom memberi sifat terhadap molekul perwarna mampu larut dalam air dan meningkatkan afinitas molekul pewarna terhadap serat pada kain. Gugus kromofor yang penting yaitu gugus azo ($-N=N-$), vinil ($-C=C-$), nitro ($-NO_2$), dan karbonil ($-C=O$). Sedangkan beberapa gugus auksokrom yang penting adalah $-NH_2$, $-COOH$, $-SO_3H$ dan $-OH$ (Zille, 2005). Terdapat sekitar 10 tipe pewarna sintetik tekstil. Salah satunya adalah pewarna terdispersi. Tipe pewarna ini, secara kimia, terklasifikasi dalam kelompok azo, antraquinon, stiril, nitro, dan benzodifuranon. Penggunaan tipe pewarna tersebut umumnya untuk pewarna kain dari bahan kapas, rayon, nilon, dan kulit (Christie, 2007).

Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD), sebagai salah satu parameter mutu air, dari limbah tekstil umumnya sekitar 150-12000 mg/L (Azbar et al., 2004). Nilai tersebut cenderung melebihi ambang batas baku mutu limbah cair industri tekstil menurut KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995 yaitu kadar maksimal COD sebesar 150 mg/L.

Keberadaan limbah tekstil dalam perairan dapat mengganggu penetrasi sinar matahari dan difusi oksigen ke badan perairan. Hal tersebut berdampak pada terganggunya proses kehidupan organisme perairan, dan sekaligus dapat mengancam kelestarian ekosistem akuatik (Belkacem *et al.*, 2007).

Salah satu metode pengolahan air limbah, termasuk limbah tekstil, yang dapat diterapkan adalah metode elektroflotasi (Parkin *et al.*, 2003). Elektroflotasi merupakan proses pemisahan polutan pada cairan dengan cara mengapungkan zat atau partikel polutan terdispersi di dalam air ke permukaan oleh gaya angkat gelembung gas oksigen dan hidrogen. Gelembung gas tersebut terbentuk dari reaksi elektrolisis terhadap air menurut reaksi reduksi dan oksidasi berikut (Yanqing *et al.*, 2009):



Elektroflotasi memiliki beberapa keunggulan dibandingkan flotasi konvensional, yaitu: gelembung gas yang dihasilkan lebih kecil, ukuran gelembung gas yang dihasilkan dapat dikendalikan, dan probabilitas tumbukan antara gelembung dengan partikel polutan lebih besar (Sarkar, 2012). Kinerja

elektroflotasi dalam pengolahan air limbah dipengaruhi oleh parameter-parameter operasi berupa kuat arus listrik, waktu kontak, jenis elektode, pH, koagulan, ukuran gelembung, dan ukuran partikel polutan (Wang *et al.*, 2013, Priya *et al.*, 2011).

Metode elektroflotasi telah diterapkan pada pengolahan air limbah dari industri penyamakan kulit KAS Leathers di Tamil Nadu, India (Priya *et al.*, 2011). Pada penelitian tersebut digunakan *mild steel* sebagai anode dan *stainless steel* sebagai katode, dengan parameter operasi yang dipelajari berupa waktu kontak, densitas arus, pH air limbah, dan kadar koagulan. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan kadar COD dan TS (*total solid*) masing-masing sebesar 66% dan 78%.

Belkacem *et al.* (2007) telah melakukan elektroflotasi pada pengolahan air limbah tekstil di Aljazair dengan aluminium sebagai elektrode. Setelah proses pengolahan limbah tersebut, COD, kekeruhan, dan warna air limbah olahan mengalami penurunan secara berturut-turut sebesar 90,3, 78,7, dan 93%. Elektroflotasi juga pernah dipelajari sebagai metode pengolahan air limbah industri tekstil di Guangxi, China (Wang *et al.*, 2013). Pada penelitian

tersebut digunakan *stainless steel* sebagai katode dan grafit sebagai anode, dengan mempelajari parameter operasi kuat arus, pH, dan waktu kontak. Penurunan COD dan kekeruhan yang diperoleh dari penelitian tersebut sebesar 85 dan 77%.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi terbaik pada proses elektroflotasi air limbah dari industri tekstil dengan mempelajari pengaruh parameter operasi tegangan listrik dan waktu kontak terhadap pengurangan COD dan warna dari limbah cair olahan.

METODE

Sampling Air Limbah

Air limbah pada penelitian ini digunakan limbah cair dari industri tekstil. Sampel air limbah diambil dari sebuah industri tekstil di Soreang, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Limbah cair tekstil diambil di kolam penampung air limbah akhir yang merupakan tempat pertemuan dan berkumpulnya limbah cair dari tahapan-tahapan proses di industri tekstil.

Untuk keperluan melakukan semua tempuhan variasi penelitian, sampel limbah cair tekstil diambil sebanyak sekitar 25 liter. Sampel dimasukkan ke dalam derigen dan ditutup atau disegel. Setelah dibawa ke laboratorium, sampel

limbah cair tekstil di dalam derigen disimpan dalam kondisi tertutup di tempat kering, terlindung dari cahaya langsung, dan sirkulasi udara lancar.

Analisis Awal Sampel

Sampel air limbah tekstil sebelum diolah dengan metode elektroflotasi dianalisis nilai COD dan warnanya terlebih dahulu sebagai nilai pembandingan atau acuan.

Analisis COD: Sebanyak 10 mL air limbah tekstil dimasukkan ke dalam bejana refluks 250 mL, kemudian ditambahkan larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N sebanyak 10 mL sebagai oksidator. Selanjutnya ditambahkan 10 mL larutan H_2SO_4 9 M dan 25 mL akuades. Campuran direfluks selama 2 jam. Hasil refluks kemudian didinginkan sampai suhu ruang. Sebanyak 10 mL larutan hasil refluks dititrasikan dengan larutan $Fe(NH_4)_2SO_4$ 0,25 N menggunakan indikator ferroin sampai terjadi perubahan warna dari biru kehijauan menjadi coklat kemerahan. Perlakuan yang sama diulangi terhadap blanko (akuades). Setelah dicapai titik ekuivalen, nilai COD sampel dihitung dengan persamaan 1 (Franson, 1992).

$$COD = \frac{(V_b - V_s) \cdot N_{FAS} \cdot 8000}{V_{\text{sampel}}} \quad \dots(1)$$

Keterangan:

V_b = volume larutan $Fe(NH_4)_2SO_4$ titrasi blanko;

V_s = volume larutan $Fe(NH_4)_2SO_4$ titrasi sampel;

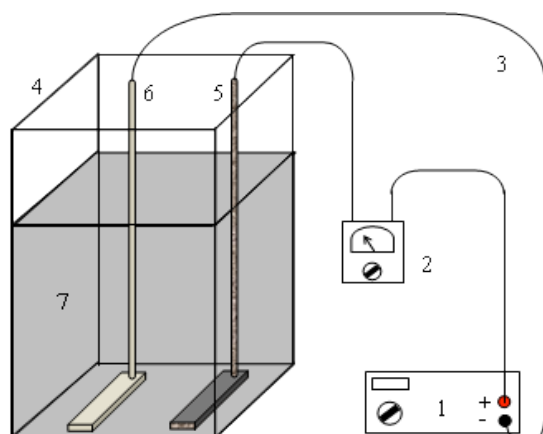
N_{FAS} = normalitas larutan $Fe(NH_4)_2SO_4$

Analisis warna: Warna sampel air limbah dan hasil olahan ditentukan dengan Nanocolor Filterfotometer (Nanocolor 25). Penentuan warna sampel didasarkan pada metode pembandingan standar warna larutan Platina-Cobalt, sehingga hasil pengukuran warna diberi satuan mg/L Pt-Co (Effendi, 2003).

Tahap Elektroflotasi

Air limbah tekstil (sampel) sebanyak 500 mL dimasukkan ke dalam bak elektroflotasi. Pada bak elektroflotasi terangkai katode aluminium dan anode *stainless steel* yang dihubungkan dengan sumber energi listrik (catu daya) arus searah melalui kawat konduktor. Rangkaian sel elektroflotasi ditampilkan pada Gambar 1.

Pada tahap elektroflotasi ini dipelajari pengaruh tegangan listrik dan waktu kontak elektroflotasi terhadap persen penurunan nilai COD dan warna air olahan. Tegangan listrik dipelajari pada variasi 6 dan 12 V. Sedangkan waktu kontak divariasikan selama 30, 40, 50, dan 60 menit.



Keterangan:

- | | |
|--------------------|---------------|
| 1. Catu daya DC | 5. Anode |
| 2. Voltmeter | 6. Katode |
| 3. Kawat konduktor | 7. Air limbah |
| 4. Bak | |

Gambar 1. Rangkaian alat elektroflotasi

Sampling dan Analisis Air Hasil Elektroflotasi

Pada akhir proses elektroflotasi dari setiap variasi kondisi operasi yang dipelajari, sampel air hasil olahan diambil sejumlah tertentu (sesuai kebutuhan setiap jenis analisis parameter kualitas air) di 3 titik sampling, yaitu di 1/3 bagian atas, bagian tengah, dan 2/3 bagian bak elektroflotasi. Ketiga sampel tersebut masing-masing dianalisis nilai COD dan warnanya, dan dilaporkan sebagai satu nilai COD dan warna rata-rata. Kemudian hasil analisis tersebut dibandingkan dengan nilai COD dan warna air limbah awal untuk dihitung persen pemisahan polutan berdasarkan kedua jenis parameter mutu air tersebut dengan Persamaan (2).

$$\% \text{Pemisahan} = \frac{(N_{P, \text{awal}} - N_{P, \text{akhir}})}{N_{P, \text{awal}}} \cdot 100\% \quad \dots(2)$$

Keterangan:

$N_{P, \text{awal}}$ = nilai parameter (COD atau warna) sebelum elektroflotasi

$N_{P, \text{akhir}}$ = nilai parameter (COD atau warna) setelah elektroflotasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis COD dan Warna Air Limbah

Air limbah dari suatu industri tekstil di daerah Soreang, Kabupaten Bandung, Jawa Barat secara penampilan terlihat berwarna hitam pekat (Gambar 2). Analisis nilai COD, warna, dan pH terhadap air limbah tersebut diperoleh hasil secara berturut-turut sebesar 1100 mg/L, 1500 mg/L Pt-Co, dan 8,8.

Berdasarkan nilai COD, air limbah dari industri tekstil tersebut memiliki COD relatif jauh di atas batas maksimum baku mutu yang disyaratkan oleh KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995, yaitu tidak boleh lebih dari 150 mg/L jika ingin dibuang ke lingkungan. Parameter COD mewakili konsentrasi senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam air atau perairan. Keberadaan senyawa-senyawa organik di dalam air atau air limbah umumnya cenderung berkontribusi terhadap turunnya tingkat keamanan dan kesehatan dari air atau air limbah tersebut. Hal ini merupakan dampak dari sifat-sifat kimia dan atau

fisik senyawa organik tersebut yang berbahaya bagi proses kehidupan dari makhluk hidup yang berkontak atau mengkonsumsinya (Parkin et al., 2003). Sedangkan parameter warna, dalam penerapannya pada polutan bahan pewarna, merepresentasikan keberadaan senyawa-senyawa bahan pewarna dalam air limbah secara penampilan fisik.



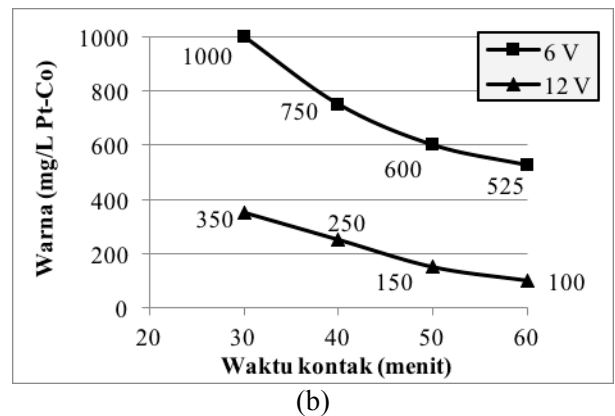
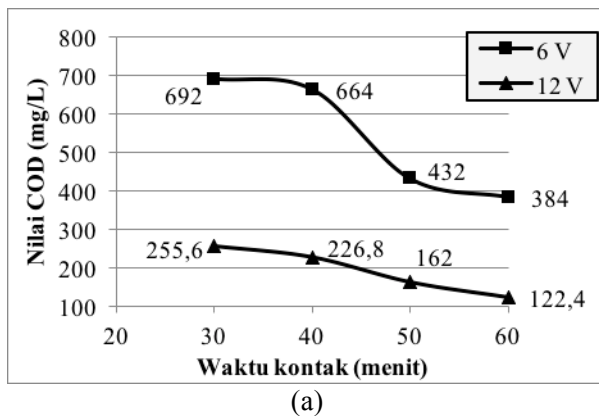
Gambar 2. Penampilan fisik air limbah tekstil awal (sebelum elektroflotasi)

Elektroflotasi Air Limbah Tekstil

Elektroflotasi diselenggarakan terhadap 500 mL air limbah tekstil dengan anode *stainless steel* dan katode aluminium. Kondisi operasi elektroflotasi divariasikan pada waktu kontak selama 30, 40, 50, dan 60 menit dengan tegangan listrik 6 dan 12 volt, untuk dipelajari pengaruhnya terhadap tingkat penurunan nilai COD dan warna dari air olahan.

Pengaruh waktu kontak dan tegangan listrik terhadap nilai COD dan warna

Hubungan antara pengaruh waktu kontak pada berbagai variasi tegangan listrik pada proses elektroflotasi terhadap nilai COD dan warna air hasil olahan ditampilkan pada Gambar 3.



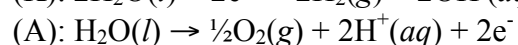
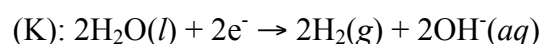
Gambar 3. Pengaruh waktu kontak pada tegangan listrik 6 dan 12 V terhadap: (a) nilai COD dan (b) tingkat warna dari air hasil olahan (nilai COD awal = 1100 mg/L, warna awal = 1500 mg/L Pt-Co)

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, nampak bahwa semakin lama waktu elektroflotasi, nilai COD dan warna air

hasil olahan semakin turun secara konsisten pada semua variasi tegangan listrik yang digunakan untuk

mengelektrolisis air menjadi gas O₂ dan H₂. Penurunan nilai COD dan warna tersebut menunjukkan bahwa proses elektroflotasi telah berhasil diterapkan

Penurunan nilai COD dan warna secara konsisten seiring dengan semakin lama dan tingginya tegangan listrik pada elektroflotasi, secara teoritis disebabkan oleh semakin banyaknya pembentukan molekul gas O₂ dan H₂ dari reaksi elektrolisis terhadap air sesuai reaksi reduksi-oksidasi berikut:



Hubungan kuantitatif antara waktu dan tegangan (kuat arus) listrik terhadap jumlah spesi kimia pada reaksi redoks (Chang, 2010) ditampilkan pada persamaan (3).

$$w = \frac{e_i \cdot I \cdot t}{F} \quad \dots(3)$$

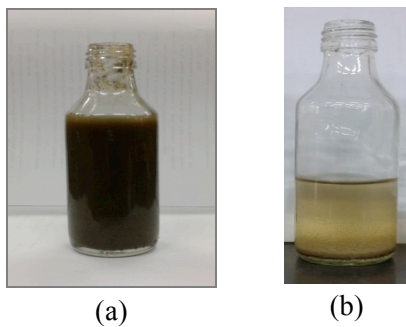
Persamaan (3) tersebut menyatakan, pada kuat arus listrik tertentu, yang nilainya sebanding dengan tegangan listrik, jumlah (berat) gas O₂ dan H₂ akan semakin meningkat seiring dengan diperlamanya pelaksanaan reaksi redoks. Demikian pula jika ditinjau pada lama reaksi redoks tertentu, gas O₂ dan H₂ yang dihasilkan akan semakin banyak dengan ditingkatkannya kuat arus listrik. Sedangkan kuat arus listrik, dengan

untuk memisahkan senyawa-senyawa organik dari bahan pewarna sampai pada tingkat tertentu sesuai dengan rentang kondisi operasi yang dilakukan.

hambatan diasumsikan konstan, nilainya berbanding lurus secara linier terhadap tegangan listrik, sesuai persamaan dari Hukum Ohm ($V = I R$).

Penurunan nilai COD dan warna air olahan paling besar dari hasil elektroflotasi terhadap air limbah industri tekstil pada penelitian ini dicapai ketika elektroflotasi dilakukan pada tegangan listrik sebesar 12 V. Elektroflotasi pada tegangan listrik tersebut mampu menurunkan nilai COD air limbah dari 1100 menjadi 255,6 mg/L, dan tingkat warna dari 1500 menjadi 350 mg/L Pt-Co ketika elektroflotasi dilakukan selama 30 menit. Sedangkan pada tegangan listrik 6 V dalam waktu elektroflotasi yang sama, nilai COD dan tingkat warna secara berturut-turut hanya turun menjadi 692 mg/L dan 1000 mg/L Pt-Co. Nilai COD semakin kecil, menunjukkan konsentrasi bahan organik dalam air sampel semakin sedikit. Dan nilai mg/L Pt-Co semakin kecil, berarti warna air sampel semakin jernih. Pada penelitian ini, penurunan nilai COD dan warna terbesar dicapai di tegangan listrik 12 V pada lama elektroflotasi 60 menit, dengan nilai

COD dan warna air hasil olahan masing-masing sebesar 122,4 mg/L dan 100 mg/L Pt-Co. Sedangkan pada lama elektroflotasi 50 menit di tegangan listrik tersebut, nilai COD air hasil olahan sebesar 162 mg/L. Berdasarkan ketentuan KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995, mensyaratkan bahwa air limbah dari industri tekstil sebelum dibuang ke lingkungan harus memiliki nilai COD tidak lebih dari (maksimal) 150 mg/L. Oleh karena itu, kondisi operasi elektroflotasi terbaik dicapai pada tegangan listrik 12 V dan waktu kontak selama 60 menit dengan nilai COD air hasil olahan sebesar 122,4 mg/L dan tingkat warna 100 mg/L Pt-Co. Perbandingan penampilan fisik antara air limbah tekstil awal (sebelum elektroflotasi) dan air hasil olahan dengan mutu sesuai baku mutu air limbah buangan industri tekstil menurut KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995 ditampilkan pada Gambar 4.

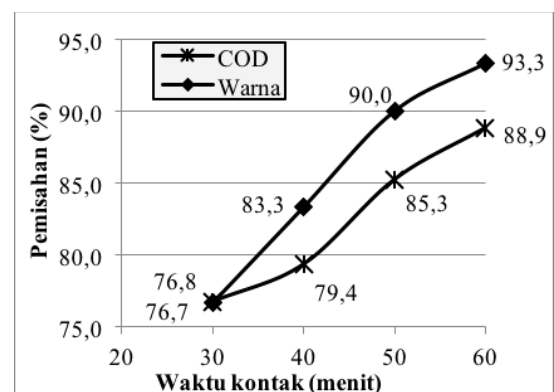


Gambar 4. Penampilan fisik: (a) air limbah tekstil awal, (b) air olahan setelah elektroflotasi

Kinerja elektroflotasi

Kinerja metode-metode pemisahan, termasuk elektroflotasi, umumnya dinyatakan sebagai persen penyingkiran terhadap polutan dari air yang diolah. Jenis polutan di dalam air limbah industri tekstil pada penelitian ini berupa molekul-molekul dari bahan pewarna sintetik terdispersi yang diwakili dengan parameter COD dan tingkat warna.

Hubungan antara lama elektroflotasi dengan persen penyingkiran, didasarkan pada nilai COD dan tingkat warna, pada tegangan listrik 12 V ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan antara waktu kontak dengan %pemisahan polutan didasarkan pada tingkat warna dan COD (pada tegangan 12 V)

Gambar 5 menunjukkan bahwa dengan memperlama waktu kontak pada elektroflotasi, semakin banyak polutan yang berhasil dipisahkan atau disingkirkan dari air limbah. Pada kondisi terbaik (tegangan listrik 12 V dan waktu kontak 60 jam), elektroflotasi

mampu menyingkirkan bahan pewarna sintetik terdispersi dan atau jenis partikel lainnya sebagai polutan dari air limbah tekstil sebesar 88,9% (berdasarkan nilai COD) dan 93,3% (berdasarkan tingkat warna). Sesuai Gambar 5, pada elektroflotasi selama 30 menit, %pemisahan polutan sebagai COD dan tingkat warna relatif sama. Namun mulai pada lama elektroflotasi 40 menit sampai 60 menit, terdapat perbedaan %pemisahan polutan yang relatif signifikan antara kedua dasar parameter tersebut. Persen pemisahan polutan berdasarkan tingkat warna bernilai lebih tinggi daripada berdasarkan COD. Perbedaan tersebut disebabkan oleh berbedanya jenis polutan yang diwakili masing-masing parameter mutu air tersebut. Parameter warna mewakili lebih banyak jenis polutan. Semua jenis polutan dalam air (organik atau anorganik, terlarut atau terdispersi, dan berfase apapun), selama berkontribusi terhadap timbulnya warna, akan terukur. Hal tersebut menunjukkan bahwa elektroflotasi, selain mampu memisahkan polutan bahan pewarna terdispersi berupa senyawa organik, mampu pula memisahkan jenis-jenis polutan lainnya. Sesuai hasil penelitian, polutan-polutan penyebab warna tersebut

dapat dipisahkan secara signifikan ketika elektroflotasi dilakukan selama 50 dan 60 menit. Oleh karena itu, dari waktu kontak selama 40 menit menuju ke waktu kontak selama 50 dan kemudian 60 menit, persen penyingkiran berdasarkan tingkat warna terjadi secara eksponensial.

KESIMPULAN

Metode elektroflotasi telah berhasil menurunkan nilai COD air limbah pewarna terdispersi tekstil pada kapasitas pengolahan 500 mL dari 1100 mg/L menjadi 122,4 mg/L (atau dengan kinerja penyingkiran 88,9%) dengan tegangan listrik 12 V selama 60 menit (kondisi terbaik). Sedangkan pada kondisi tersebut, tingkat warna air limbah tekstil dapat diturunkan dari 1500 mg/L Pt-Co menjadi 100 mg/L Pt-Co (atau dengan kinerja penyingkiran 93,3%).

Air hasil olahan dari proses elektroflotasi terhadap air limbah tekstil (pewarna terdispersi) telah memenuhi baku mutu menurut KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995 berdasarkan parameter COD (maksimal 150 mg/L). Oleh karena itu metode elektroflotasi dapat diterapkan untuk mengolah limbah pewarna tekstil terdispersi.

DAFTAR RUJUKAN

- Azbar, N., Yonar, T., Kestioglu 2004, Comparison of Various Advanced Oxidation Processes and Chemical Treatment Methods for COD and Colour Removal from Polyester and Acetate Fiber Dying Effluent, *Chemosphere*, Vol. 55, hh. 81-86.
- Belkacem, M., Khodir, M., Sekki, A. 2007, Treatment Characteristics of textile wastewater and removal of Heavy Metal Using the Electroflotation Technique, *Desalination*, Vol. 228, hh. 245–254.
- BPS (Biro Pusat Statistik) Propinsi Jawa Barat 2017, www.jabar.bps.go.id, diakses tgl. 17 Mei 2017.
- Chang, R. 2010, *Chemistry*, 10th edition, McGraw-Hill Companies, Inc., New York, USA.
- Christie, R.M. 2007, *Environmental Aspects of Textile Dyeing*, Woodhead, Boca Raton, Cambridge.
- Couto, S.R. 2009, Dye Removal by Immobilised Fungi, *Journal of Biotechnology Advances* Vol. 27, hh. 227-235.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Cetakan ke-5, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Franson, M.A.H. (editor) 1992, *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 18th edition, American Public Health Association, Washington, D.C., USA.
- Parkin, G.F., Sawyer, C.N., McCarty, P.L. 2003, *Chemistry for Environmental Engineering and Science*, 5th edition, McGraw-Hill Companies, Inc., New York, USA.
- Priya, P.G., Ramamurthi, V., Prabhu, A. 2011, *Degradation Studies of Tannery Effluents using Electro Flotation Technique*, Chemical Engineering Department, Anna University, Chennai, India.
- Sarkar, S.K.A. 2012, *Electroflotation: Its Application to Water Treatment and Mineral Processing*, Thesis: Chemical Engineering Department, University of Newcastle.
- Wang, C.T., Chou, W.L., Kuo, Y.M. 2013, Removal of COD from Textile Wastewater by Electroflotation, *Journal of Hazardous Materials* Vol. 164, hh. 81-86.
- Yanqing, X., Shang, J.Q., Yono, F.W., Gary. G., Coleman, D.P., Sioshansi, M., Sullivan, S. 2009, Electrokinetic Flotation of Process Water from Paint Booths, *Water Qual. Res. J. Can* Vol. 44, No. 2, hh. 189-200.
- Zille, A. 2005, *Laccase Reaction for Textile Application*, Disertasi: Textile

Department of Universidade do
Minho.