

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR BATIK MENGGUNAKAN KOMBINASI METODE NETRALISASI DAN ELEKTROKOAGULASI

*Batik Wastewater Treatment Using Combination Methods
of Neutralization and Electrocoagulation*

Beauty Suestining Diyah Dewanti^{1*}, Tafana Firdausi Prastiwi², Alexander Tunggal Sutan Haji³

¹Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

²Alumni Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian,

³Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

Diterima 02 Februari 2019 / Disetujui 13 Februari 2019

ABSTRAK

Dalam proses produksi, industri batik banyak menggunakan bahan kimia misalnya zat warna yang digunakan pada proses pewarnaan. Limbah cair yang dihasilkan industri batik mengandung BOD, COD, padatan tersuspensi, serta warna yang relatif tinggi. Pengolahan alternatif untuk limbah cair batik salah satunya yaitu dengan metode netralisasi dan elektrokoagulasi. Tujuan dari penelitian ini antara lain adalah untuk mengetahui pengaruh pengolahan dengan metode netralisasi dan elektrokoagulasi dalam menurunkan konsentrasi logam (Cr total), COD, dan TSS pada limbah cair batik. Pada tahap netralisasi menggunakan larutan HCl pekat. Plat elektroda yang digunakan dalam elektrokoagulasi adalah aluminium. Pengujian parameter (Logam Cr total, COD, dan TSS) pada penelitian ini dilakukan pada waktu 0, 30, 60, dan 90 menit. Proses elektrokoagulasi limbah cair batik paling efektif terjadi pada tegangan 12 Volt pada waktu 90 menit dapat menurunkan logam Cr total 4,908 mg/L menjadi 0,005 mg/L, COD 1890 mg/L menjadi 68,55 mg/L, dan TSS 296,7 mg/L menjadi 41 mg/L. Tegangan optimal tersebut menghasilkan energi listrik sebesar 0,036 KWH. Metode netralisasi dan elektrokoagulasi efektif dalam menurunkan kadar pencemar logam Cr total, COD, dan TSS yang terbukti dari besarnya % efisiensi yaitu pada logam Cr total didapatkan hasil efisiensi penurunan hingga 99,90%, pada COD didapatkan hasil efisiensi penurunan hingga 96,37%, dan pada TSS didapatkan hasil efisiensi penurunan hingga 86,18%.

Kata Kunci : Cr total, COD, TSS, Limbah Cair Batik, Elektrokoagulasi

ABSTRACT

In the process of production, batik industry often used chemicals such as dye used in dyeing process. Waste water of batik industry containing high concentration of BOD, COD, suspended solid, and color relatively high. One of alternative processing for liquid waste batik is using the neutralization and electrocoagulation method. The purposes of this research were to find the influence of processing with the neutralization and electrocoagulation methode, to find the removal efficiency and to know optimal voltage in reducing the concentration of total chromium, COD, and TSS on liquid waste batik. At the neutralization methode using concentrated HCl. Electrode used in electrocoagulation methode was aluminium as plate electrodes. The observation parameter were total chromium, COD, and TSS at 0, 30, 60, and 90 minutes. The process of neutralization and electrocoagulation of liquid waste batik most

*Korespondensi Penulis:

Email : beauty_dewanty@ub.ac.id

effective was reached on voltage 12 volts at 90 minutes that decrease total chromium concentration from 4,908 mg/L to 0,005 mg/L, COD concentration from 1890 mg/L to 68,55 mg/L, and TSS concentration from 296,7 mg/L to 41 mg/L. the voltage as able to produce electrical power equal to 0,036 KWH. A method of electrocoagulation most efficient to remove 99,90%, 96,37%, and 86,18% of total chromium, COD, and TSS respectively.

Keywords : Total Chromium, COD, TSS, Liquid Waste Batik, Electrocoagulation

PENDAHULUAN

Industri batik nasional semakin berkembang akibat semakin banyaknya permintaan terhadap batik, sejak UNESCO menetapkan batik sebagai warisan budaya milik Indonesia sehingga hari tersebut ditetapkan sebagai hari batik nasional pada tanggal 2 Oktober 2009 omset pengusaha baik naik hingga 50% (Hasyim, 2012). Berdasarkan data Kementerian Perindustrian dalam lima tahun sejak 2011-2015, industri batik tumbuh 14,7% dari 41.623 unit menjadi 47.755 unit. Dalam proses produksinya, industri batik banyak menggunakan bahan kimia misalnya zat warna yang digunakan pada proses pewarnaan. Salah satu contoh zat warna yang banyak dipakai industri tekstil adalah naftol, indigosol, dan remazol black, red dan golden yellow. Dalam pewarnaan, senyawa ini hanya digunakan sekitar 5% sedangkan sisanya yaitu 95% akan dibuang sebagai limbah (Suprihatin, 2014). Pada umumnya kandungan yang terdapat pada industri batik berupa bahan organik, logam berat seperti khromium dan kobalt, padatan tersuspensi serta minyak dan lemak (Lestari, 2015).

Sebagian besar industri batik adalah industri kecil atau *home industry* maka debit limbah yang dihasilkan tidak banyak tetapi menyebar. Hal ini menyebabkan sebuah sistem pengolahan limbah batik secara terpusat sulit diaplikasikan, dan pendekatan yang tepat adalah pengolahan sedekat mungkin dengan sumber pencemar (Yulianto, 2009). Selama ini pengolahan konvensional untuk mengolah limbah cair batik diantaranya adalah dengan metode fotodegradasi yang menggunakan bahan

fotokatalis dan radiasi sinar ultraviolet. Pengolahan limbah cair batik secara biologi menggunakan tanaman kana untuk mereduksi kandungan BOD₅. Metode lain yang digunakan untuk pengolahan adalah metode adsorpsi. Metode ini ternyata kurang begitu efektif karena zat warna tekstil yang diadsorpsi tersebut masih terakumulasi di dalam adsorben yang pada suatu saat nanti akan menimbulkan persoalan baru (Suprihatin, 2014). Seiring dengan perkembangan, industri tekstil menimbulkan masalah yang serius bagi lingkungan, terutama masalah yang diakibatkan oleh limbah cair yang dihasilkan, seperti: BOD, COD, padatan tersuspensi, serta warna yang relatif tinggi. Oleh karena itu diperlukan pengolahan dengan metode terbaru agar limbah yang dihasilkan menjadi lebih aman untuk dibuang dan tidak merusak lingkungan maupun membahayakan makhluk hidup disekitar.

Berdasarkan permasalahan yang sudah diuraikan tersebut, perlu dilakukan suatu penelitian yang menggunakan metode pengolahan alternatif untuk limbah cair batik, salah satunya yaitu dengan metode elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan suatu proses koagulasi kontinyu menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia, yaitu gejala dekomposisi elektrolit, yang salah satu elektrodanya terbuat dari aluminium. Dalam proses ini akan terjadi reaksi reduksi dan diendapkan di kutub negatif, sedangkan elektroda positif (Al) akan teroksidasi menjadi Al(OH)₃ yang berfungsi sebagai koagulan (Johanes, 1978).

Penelitian dengan metode elektrokoagulasi di Indonesia untuk

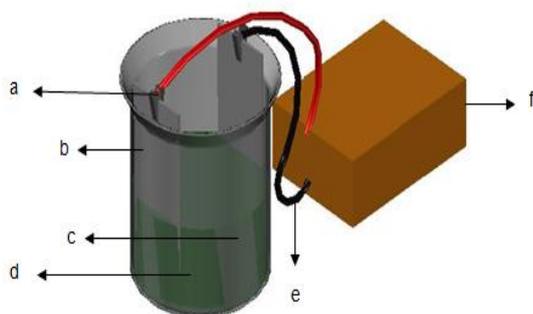
pengolahan limbah sudah banyak dilakukan, akan tetapi belum maksimal untuk pengolahan limbah batik. Sehingga perlu dilakukan kombinasi dengan metode yang lain. Dalam penelitian ini dilakukan kombinasi yaitu dengan metode netralisasi namun perlu dilakukan pengkajian proses melalui percobaan dan pengujian terhadap parameter yang berpengaruh. Hal ini dilakukan agar dihasilkan air limbah yang sesuai dengan standar baku mutu menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Tekstil. Hasil dari penelitian ini diharapkan memperoleh data mengenai reduksi kadar logam (Cr total), COD, dan TSS pada limbah cair batik di UKM batik di Kota Probolinggo.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah beaker glass, plat elektroda (aluminium), adaptor universal 2 Ampere, penjepit buaya, botol sampel, pengaduk, stopwatch, oven, desikator, kertas saring whatman, timbangan analitik, penjepit kayu, stop kontak, kain saring, dan cool box. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair batik dari beberapa UKM batik di Kota Probolinggo, HCl pekat teknis, es batu, dan latex.

Gambar 1. Rangkaian alat untuk proses elektrokoagulasi



Keterangan :

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| a. Penjepit buaya | d. Beaker Glass 1 Liter |
| b. Katoda | e. Kabel |
| c. Anoda | f. Adaptor 2 Ampere |

Metode

Proses elektrokoagulasi dimulai dengan penetralan limbah cair batik dengan cara mencampurkan air limbah batik dengan HCl untuk menetralkan pH dan membentuk proses pembentukan garam. Selanjutnya limbah cair batik tersebut ditunggu selama 1 menit agar terbentuk gumpalan. Setelah terbentuk gumpalan kemudian limbah cair batik tersebut dihomogenkan yaitu diaduk menggunakan pengaduk selama 5 menit agar limbah dan HCl tercampur rata dan dapat mencapai pH netral. Air limbah batik yang telah dinetralkan menggunakan HCl selanjutnya diendapkan selama 1 hari agar air dan garam yang mengendap terpisah. Jika garam sudah mengendap selanjutnya air disaring menggunakan kain saring ke dalam bak elektrokoagulasi untuk dilakukan proses elektrokoagulasi.

Percobaan masing-masing dimasukkan air limbah batik sebanyak 800 mL ke dalam beaker glass. Alat yang sudah dirangkai, terutama adaptor universal 2 Ampere kemudian disambungkan ke arus listrik hingga proses elektrokoagulasi berjalan. Katoda dialiri listrik searah (DC) dan disusun secara paralel. Proses elektrokoagulasi dilakukan dengan variasi 3 tegangan listrik yaitu 6 volt, 9 volt, dan 12 volt. Pada penelitian ini digunakan kuat arus tetap yang berasal dari adaptor universal yaitu 2 Ampere. Waktu kontak untuk elektrokoagulasi dilakukan dengan waktu 0 menit, 30 menit, 60 menit, dan 90 menit.

Apabila telah diketahui tegangan yang optimal dalam pengolahan limbah cair batik maka dihitung energi listrik yang dibutuhkan dan dihitung plat elektroda (aluminium yang larut dengan menggunakan rumus :

Energi listrik yang dibutuhkan :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(1)$$

$$W = P \times t \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

W = Energi listrik yang digunakan (KWH)

P = Daya (watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

t = waktu (jam)

Plat elektroda yang larut dapat dihitung :

$$W = (I \times t \times Mr)/(n \times F)\dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

W = Massa zat yang dihasilkan (kg)

t = waktu (sekon)

I = Arus (Ampere)

Mr = Berat molekul logam aluminium (27)

n = Banyaknya mol elektron untuk setiap mol zat atau valensi (3)

F = Tetapan faraday (96500 coulomb)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Cair Batik setelah Proses Netralisasi

Limbah cair batik yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah cair batik yang berasal dari UKM batik di Probolinggo. Pada proses pembuatan batik, UKM batik tersebut lebih banyak menggunakan pewarna buatan (sintetis) dan bahan kimia lainnya sehingga kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), dan padatan tersuspensi dalam air limbah batik yang relatif tinggi. Air limbah pada industri batik ini dihasilkan dari proses pewarnaan (pencelupan) dan proses pelorotan lilin (pelodoran). Karakteristik awal limbah cair UKM batik di kota Probolinggo dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Karakteristik air limbah batik UKM Batik di kota Probolinggo Sebelum dan Setelah di Netralisasi

No.	Parameter	Satuan	Air Limbah Batik	Hasil Netralisasi	Baku Mutu (Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013)	Keterangan
1.	BOD	mg/L	885,8	520,9	60	TM
2.	COD	mg/L	2090	1890	150	TM
3.	TSS	mg/L	2069	296,7	50	TM
4.	Logam (Cr total)	mg/L	10,2039	4,908	1,0	TM
5.	pH	-	11,2	7,2	6 – 9	TM
6.	Warna	-	-	-	-	Hitam Pekat Kehijauan
7.	Bau	-	-	-	-	Sedikit Berbau

Air limbah batik tersebut kemudian dinetralkan menggunakan HCl dan dilakukan pengujian kembali untuk mengetahui karakteristik limbah cair batik setelah penetralan. Karakteristik air limbah batik UKM batik di Probolinggo yang sudah dinetralkan menggunakan HCl dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Nilai pencemaran air limbah batik UKM Batik di Probolinggo yang telah

dinetralkan dengan menggunakan HCl masih sangat tinggi dan masih melebihi baku mutu menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013, namun untuk pH telah memenuhi baku mutu yaitu pH setelah netralisasi adalah sebesar 7,2. Pada parameter TSS dimana konsentrasi awal adalah sebesar 2069 mg/L berkurang sangat banyak hingga mencapai 296,7 mg/L. Untuk parameter BOD, COD, logam Cr total konsentrasi

pencemar tersebut setelah dinetralkan juga mengalami penurunan. Data hasil pengujian air limbah batik hasil netralisasi tersebut kemudian digunakan menjadi konsentrasi pencemar logam Cr total, COD, dan TSS pada waktu 0 menit.

Proses Elektrokoagulasi

Proses elektrokoagulasi yang digunakan adalah elektrokoagulasi dengan sistem batch atau tanpa aliran. Menurut Nasution (2012), anoda berfungsi sebagai koagulan dalam proses koagulasi-koagulasi yang terjadi di dalam sel tersebut. Reaksi katodik terjadi pada katoda dengan membentuk gelembung-gelembung gas hidrogen yang berfungsi menaikkan flok-flok tersuspensi yang tidak dapat mengendap di dalam sel.

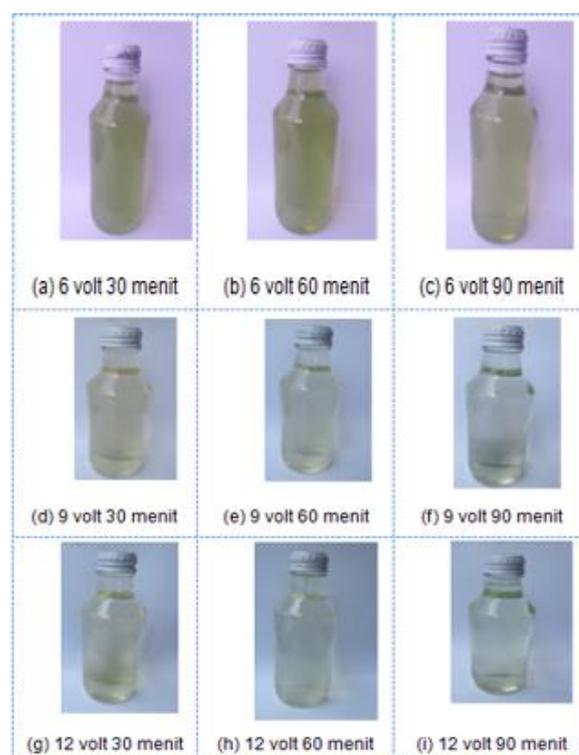
Pengendapan flok oleh koagulan $\text{Al}(\text{OH})_3$ terjadi karena adanya pertumbuhan massa flok sehingga berat jenis flok menjadi besar dan akhirnya mengendap. Gas hidrogen dari katoda membantu flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam larutan terangkat ke permukaan. Reaksi yang dilakukan dalam pengolahan limbah cair batik dapat mengubah warna limbah cair batik dari hijau pekat menjadi sedikit kehijauan bahkan sampai bening. Warna dalam air limbah batik disebabkan oleh adanya ion-ion logam. Limbah cair batik yang sudah dilakukan elektrokoagulasi namun masih berwarna sedikit kehijauan menunjukkan masih terdapat logam berat lainnya salah satunya adalah logam Cr total dan zat organik dalam air limbah batik dikarenakan senyawa-senyawa ini tidak dapat terendapkan sebab sifatnya yang positif sama dengan koloid dari air limbah. Sedangkan kandungan logam yang terkandung akan berbeda pada setiap air limbah di setiap daerah atau bahkan di industri batik yang lain. Hal ini tergantung dari bahan pewarna dan bahan kimia yang digunakan.



Gambar 2. Limbah cair batik sebelum elektrokoagulasi



Gambar 3. Air limbah batik setelah dinetralkan menggunakan HCl

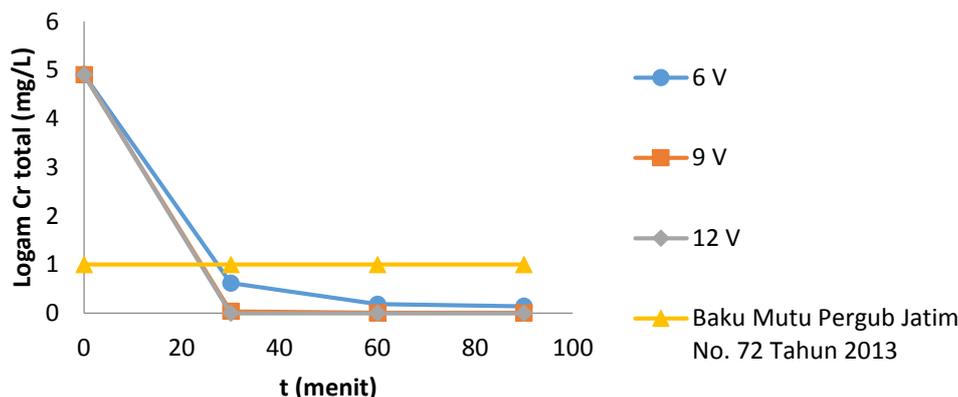


Gambar 4. Hasil elektrokoagulasi air limbah batik dengan berbagai variasi tegangan dan waktu kontak yang dilakukan dalam penelitian

Logam Cr Total

Logam Cr adalah bahan kimia yang bersifat persisten, bioakumulatif, dan toksik (Persistent, Bioaccumulative, and Toxic (PBT)) yang tinggi serta tidak mampu terurai

di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Kestabilan diakumulasikan akan mempengaruhi toksisitasnya terhadap manusia secara berurutan, mulai dari tingkat toksisitas terendah, yakni Cr (0), Cr (III), dan Cr (VI) (Jamhari, 2009).

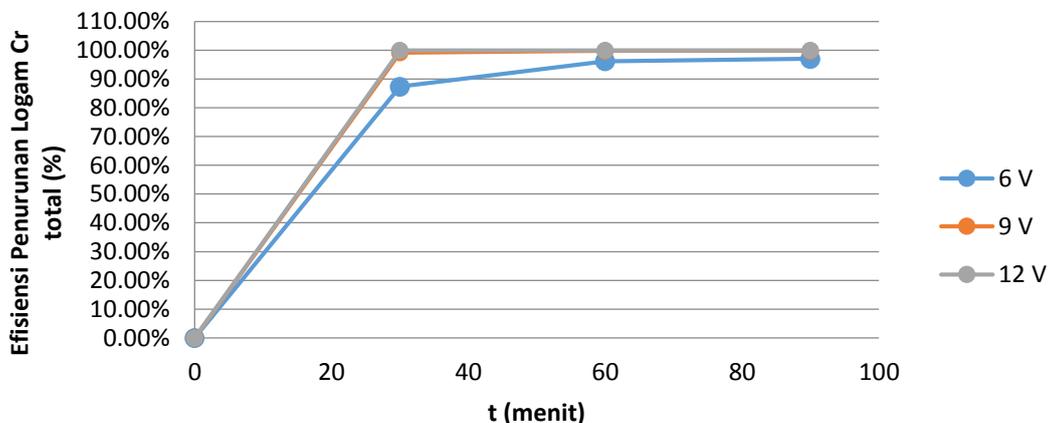


Gambar 5. Hubungan penurunan konsentrasi logam Cr total terhadap waktu pada berbagai tegangan

Dari Gambar 5 yaitu grafik hubungan penurunan konsentrasi logam Cr total menunjukkan bahwa pada waktu kontak ke 0 menit didapatkan data hasil pengujian konsentrasi logam Cr total sebesar 4,908 mg/L, hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan limbah cair batik yang belum diolah jauh diatas baku mutu yang ditetapkan dimana baku mutu untuk air limbah industri tekstil menurut Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 adalah sebesar 1,0 mg/L. Selain itu kandungan logam Cr total pada limbah cair

batik yang masih berada diatas baku mutu yang ditetapkan adalah pada elektrokoagulasi tegangan 6 volt di waktu kontak 30 menit sampai dengan 90 menit. Pada tegangan 9 volt dan tegangan 12 volt menunjukkan bahwa konsentrasi logam Cr total pada limbah cair telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan yaitu dibawah 1,0 mg/L.

Efisiensi penurunan logam Cr total menggunakan metode elektrokoagulasi pada limbah cair batik dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Efisiensi penurunan logam Cr total pada limbah cair batik

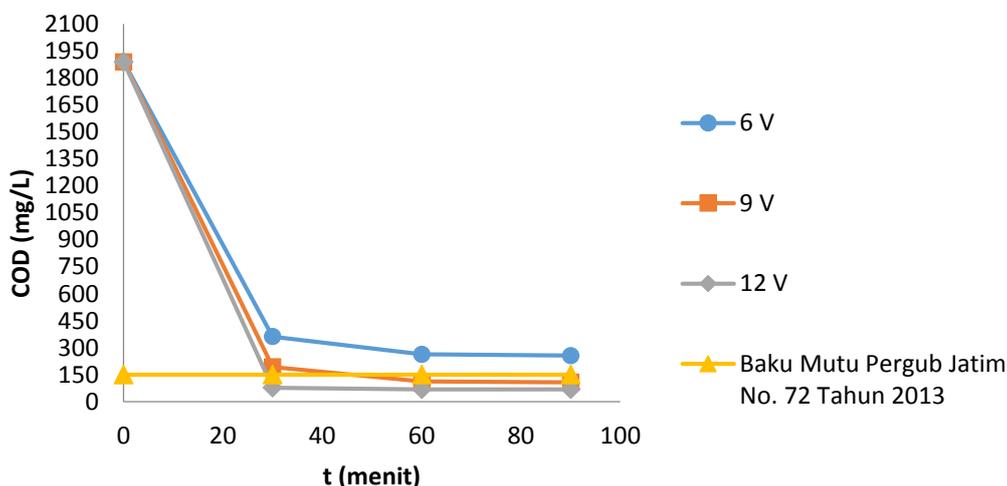
Efisiensi penurunan logam Cr total menunjukkan bahwa semakin lama waktu dan semakin besar tegangan (volt) yang digunakan untuk proses elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair batik maka efisiensi penurunan akan semakin besar. Efisiensi terkecil terjadi pada tegangan 6 volt pada waktu 30 menit yaitu sebesar 87,37%. Sedangkan efisiensi terbesar terjadi pada tegangan 12 volt pada waktu kontak 60 dan 90 menit yaitu sebesar 99,90%.

Proses penurunan polutan logam berat selain melalui pembentukan senyawa logam hidroksida $[(M(OH)_x)]$ yang tak larut juga berasal dari proses pembentukan senyawa oksida logam kompleks (MAl_2O_4) (Huheey, J. E. 1978). Senyawa oksida logam kompleks ini tidak larut dalam air sehingga dapat teradsorpsi oleh koagulan $Al(OH)_3$. Koagulan $Al(OH)_3$ kemudian membentuk flok yang berinteraksi dengan gelembung udara sehingga dihasilkan flok yang berdensitas rendah dan bergerak ke permukaan. Fenomena ini menunjukkan

kesesuaian hasil penelitian dengan hukum Faraday, yaitu: kenaikan arus berbanding lurus dengan jumlah logam anoda sebagai sumber koagulan yang terlarutkan. Tren penurunan dapat dengan jelas teramati melalui Gambar 5. Proses penurunan polutan terjadi melalui pembentukan koagulan $Al(OH)_3$ yang dihasilkan oleh anoda Al dan ion OH^- yang berasal dari molekul H_2O . Koagulan $Al(OH)_3$ ini selanjutnya mengadsorpsi polutan-polutan yang ada ke dalam rongga molekulnya.

Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Limbah organik akan teroksidasi oleh kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) sebagai sumber oksigen menjadi gas CO_2 dan H_2O serta sejumlah ion krom. Nilai COD merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik (Nurhasanah, 2009).



Gambar 7. Hubungan penurunan konsentrasi COD terhadap waktu pada berbagai tegangan

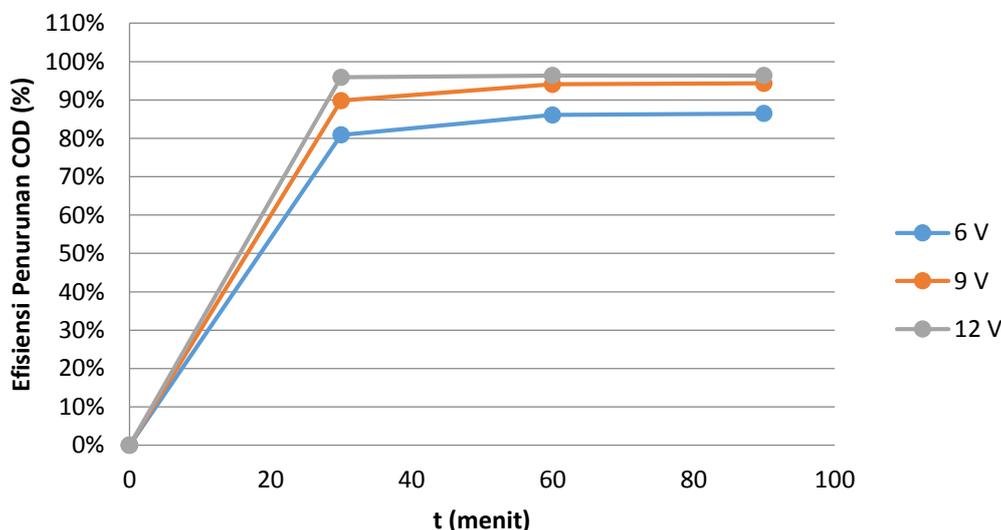
Dari Gambar 7 yaitu grafik hubungan penurunan konsentrasi COD menunjukkan bahwa pada waktu kontak ke 0 menit didapatkan data hasil pengujian konsentrasi

COD sebesar 1890 mg/L, hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan limbah cair batik yang belum diolah jauh diatas baku mutu yang ditetapkan dimana baku mutu

untuk air limbah industri tekstil menurut Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 adalah sebesar 150 mg/L. Selain itu kandungan COD pada limbah cair batik yang masih berada diatas baku mutu yang ditetapkan adalah pada elektrokoagulasi dengan tegangan 6 volt, dengan tegangan 9 volt pada waktu 30 menit sebesar 192,210 mg/L, selain itu pada waktu kontak ke 60 menit sampai dengan 90 menit hasil menunjukkan bahwa kandungan COD telah memenuhi baku mutu yaitu dibawah 150 mg/L. Proses elektrokoagulasi pada tegangan 12 volt menunjukkan bahwa pada waktu kontak ke 30 menit sampai 90 menit

hasil menunjukkan bahwa kandungan COD pada limbah cair telah memenuhi baku mutu yaitu dibawah 150 mg/L.

Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin lama waktu dan semakin tinggi tegangan (volt) yang digunakan pada proses elektrokoagulasi untuk mengolah limbah cair batik konsentrasi COD pada air limbah akan selalu berkurang dan stagnan pada waktu ke 90 menit. Efisiensi penurunan COD menggunakan metode elektrokoagulasi pada limbah cair batik dapat dilihat pada Gambar 8.



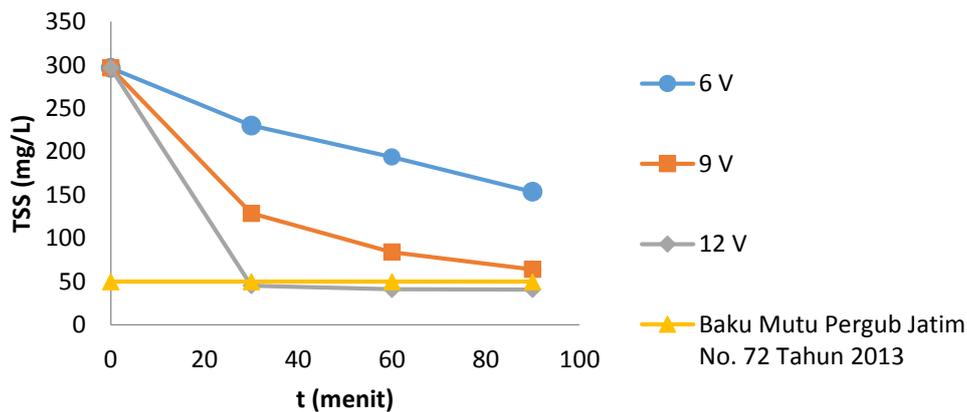
Gambar 8. Efisiensi penurunan COD pada limbah cair batik

Efisiensi penurunan COD pada limbah cair batik menunjukkan bahwa semakin lama waktu dan semakin besar tegangan (volt) yang digunakan untuk proses elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair batik maka efisiensi penurunan akan semakin besar. Efisiensi terkecil terjadi pada tegangan 6 volt pada waktu 30 menit yaitu sebesar 80,91%. Sedangkan efisiensi terbesar terjadi pada tegangan 12 volt pada waktu 60 menit sampai dengan 90 menit yaitu sebesar 96,37%. Dari hasil perhitungan efisiensi tersebut tegangan listrik yang mulai stagnan

dalam menurunkan COD adalah pada tegangan 12 volt 60 menit.

Berkurangnya COD dalam limbah cair batik disebabkan karena pada proses pengolahan limbah cair batik, molekul-molekul bahan organik akan mengalami destabilisasi oleh koagulan dan juga medan listrik dalam larutan selama proses berlangsung. Ikatan-ikatan fisika antar molekul organik akan terputus sehingga memungkinkan molekul-molekul tersebut untuk teradsorpsi oleh flok-flok koagulan dan kemudian mengendap setelah mencapai berat yang cukup. Adanya gas-gas hidrogen dan

oksigen yang dihasilkan selama proses menyebabkan sebagian *dissolved organic* dan material terlarut lainnya mengalami flotasi, termasuk flok hidroksida yang menangkap sebagian limbah organik yang tidak terdeposit pada batang katoda. Flok-flok yang mengapung baru akan mengendap apabila telah mencapai berat yang cukup (Yulianto, 2009).



Gambar 9. Hubungan penurunan konsentrasi TSS terhadap waktu pada berbagai tegangan

Dari Gambar 9 dapat dilihat grafik hubungan penurunan konsentrasi TSS menunjukkan bahwa pada waktu kontak ke 0 menit didapatkan data hasil pengujian konsentrasi TSS sebesar 296,7 mg/L, hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan limbah cair batik yang belum diolah jauh diatas baku mutu yang ditetapkan dimana baku mutu untuk air limbah industri tekstil menurut Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 adalah sebesar 50 mg/L. Selain itu kandungan TSS pada limbah cair batik yang masih berada diatas baku mutu yang ditetapkan adalah pada elektrokoagulasi dengan tegangan 6 volt dan 9 volt seluruhnya masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Sedangkan pada tegangan 12 volt hanya pada waktu kontak ke 30 menit sampai 90 menit hasil menunjukkan bahwa kandungan TSS pada limbah cair telah memenuhi baku mutu yaitu dibawah 50 mg/L.

Efisiensi penurunan TSS menggunakan

Total Suspended Solid (TSS)

TSS adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 mikrometer atau lebih besar dari ukuran koloid (Isnani, 2010). Parameter TSS merupakan faktor penting untuk pengolahan dan sebagai standar acuan keberhasilan sistem pengolahan.

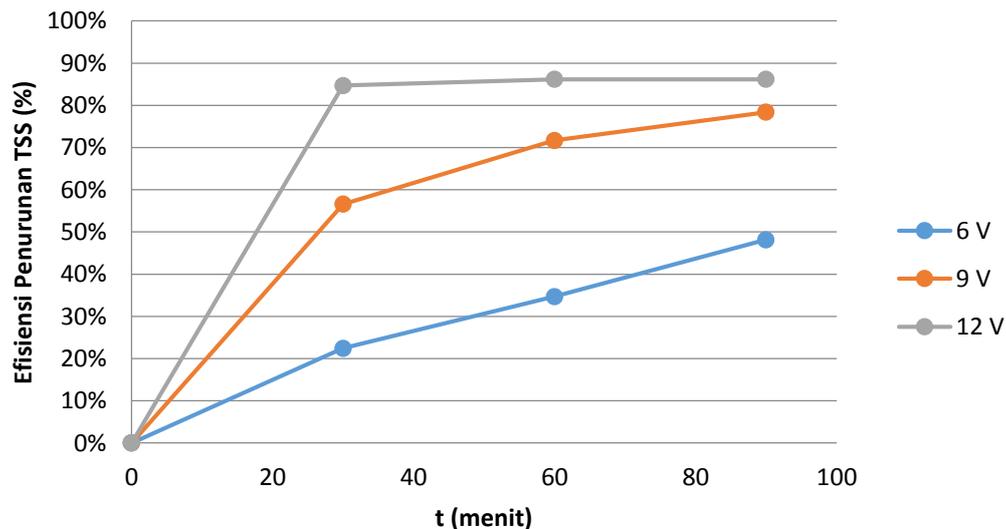
metode elektrokoagulasi pada limbah cair batik dapat dilihat pada Gambar 10.

Efisiensi penurunan TSS pada limbah cair batik menunjukkan bahwa semakin lama waktu dan semakin besar tegangan (volt) yang digunakan untuk proses elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair batik maka efisiensi penurunan akan semakin besar. Efisiensi terkecil terjadi pada tegangan 6 volt pada waktu 30 menit yaitu sebesar 22,46%. Sedangkan efisiensi terbesar terjadi pada tegangan 12 volt pada waktu 90 menit yaitu sebesar 86,18%. Dari hasil perhitungan efisiensi tersebut tegangan listrik yang mulai stagnan dalam menurunkan COD adalah pada tegangan 12 volt 60 menit.

Berkurangnya TSS dalam limbah cair batik disebabkan karena pada proses pengolahan limbah cair batik semakin besar kuat arus dan tegangan yang diberikan semakin banyak pula dihasilkan volume flok-flok yang dapat mengikat kontaminan pada

limbah. Flok flok yang dihasilkan sebagian dapat mengendap dan sebagian lagi ada yang terflotasi ke atas permukaan air bersama dengan gelembung-gelembung gas. Proses penurunan TSS dapat difahami karena TSS adalah polutan yang berada dalam bentuk tersuspensi. Bila suatu materi tersuspensi maka material tersebut berbentuk solid

dengan ukuran tertentu. Material solid ini dapat dengan mudah teradsorbsi ke dalam koagulan $\text{Al}(\text{OH})_3$ atau teradsorbsi ke dalam gelembung udara. Hasil adsorbsi ini akan terpisahkan ke atas (terflotasi) sehingga terjadi penurunan konsentrasi TSS di dalam air limbah.



Gambar 10. Efisiensi penurunan TSS pada limbah cair batik

Kebutuhan Biaya dan Energi Pengolahan Limbah Cair Batik Dengan Metode Elektrokoagulasi

Berdasarkan hasil analisis beberapa parameter, yaitu logam Cr total, COD, dan TSS yang optimal untuk menurunkan kadar pencemar adalah pada tegangan 12 volt dengan waktu kontak 90 menit. Kombinasi tersebut dipilih dikarenakan pada tegangan 12 volt dengan waktu 90 menit kadar parameter pencemar telah memenuhi baku mutu telah dapat menurunkan parameter logam Cr total, COD, dan TSS sesuai dengan baku mutu limbah cair batik menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Tekstil. Pada kondisi tersebut dikatakan optimal dikarenakan hasil % efisiensi dibagi dengan energi yang dibutuhkan akan

menghasilkan hasil terendah dengan konsentrasi parameter pencemar yang telah memenuhi standart baku mutu.

Kombinasi perlakuan yang dipilih untuk menangani 800 mL sampel, pada waktu optimal yaitu tegangan 12 V dengan waktu kontak 90 menit didapat kuat arus yang digunakan oleh adaptor sebesar 2 ampere dengan daya 24 watt. Berdasarkan nilai daya yang diperoleh maka dapat diketahui energi listrik yang dibutuhkan sebesar 0,036 KWH.

Menurut PLN (2017), tarif listrik bulan Oktober 2017 sebesar 1467,28/KWH, oleh karena itu pada tegangan 12 volt 90 menit biaya listrik didapat sebesar Rp 52,08/L. Berat plat alumunium yang larut diperoleh sebesar $1,00723 \times 10^{-3}$ kg/L dan harga plat alumunium Rp 4.500/kg diketahui biaya plat alumunium per kg adalah Rp 4,53/L. Sedangkan biaya yang diperlukan untuk

penetralkan limbah cair batik yaitu tiap 800 mL air limbah dibutuhkan 30 mL HCl, sehingga jika air limbah batik yang digunakan sebanyak 1 L maka dibutuhkan HCl sebanyak 37,4 mL. Harga HCl pekat teknis yang digunakan adalah Rp 50.000/L, sehingga dapat diketahui bahwa biaya HCl yang diperlukan untuk 1 Liter limbah cair batik adalah Rp 1.875. Biaya keseluruhan untuk proses elektrokoagulasi untuk limbah cair batik adalah sebesar Rp 1.932,61/L.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian tentang Pengolahan Limbah Cair Batik Menggunakan Kombinasi Metode Netralisasi dan Elektrokoagulasi, maka dapat ditarik kesimpulan seperti dibawah :

1. Diperoleh kondisi optimum dari proses elektrokoagulasi limbah cair batik dengan tegangan 12 Volt pada waktu kontak 90 menit dan pada arus tetap 2 Ampere yaitu dapat menurunkan parameter logam Cr total 4,908 mg/L menjadi 0,005 mg/L, parameter COD 1890 mg/L menjadi 68,55 mg/L, dan parameter TSS 296,7 mg/L menjadi 41 mg/L. Dari tegangan optimum tersebut menghasilkan energi sebesar 0,036 KWH.
2. Kombinasi metode netralisasi dan elektrokoagulasi efektif dalam menurunkan kadar pencemar logam Cr total, COD, dan TSS yang terbukti dari besarnya % efisiensi yaitu pada logam Cr total didapatkan hasil efisiensi penurunan hingga 99,90%, pada COD didapatkan hasil efisiensi penurunan hingga 96,37%, dan pada TSS didapatkan hasil efisiensi penurunan hingga 86,18%.

SARAN

Saran yang dapat diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Proses elektrokoagulasi untuk pengolahan limbah cair batik ini perlu

penelitian lebih lanjut menggunakan skala yang lebih besar.

2. Dapat digunakan variasi plat elektroda yang berbeda seperti stainless dan besi pada limbah cair, variasi tegangan, dan waktu kontak yang sama sehingga dapat diketahui variasi mana yang lebih efektif dalam mengolah limbah cair batik.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasyim, Ainur Rokhimah. 2012. Tingkat Kesejahteraan Pembatik Lepas, Pembatik Kelompok dan Pembatik Lembaga Dilihat Dari Penghasilan Di Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta
- Holt, P. K., Barton, G. W., Wark, M., and Mitchell, C. A. 2002. A Quantitative Comparison Between Chemical Dosing and Electrocoagulation. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 211:233-248
- Holt, P. K., Geoffrey W. Barton, Cynthia A. Mitchell. 2006. The Future For Electrocoagulation As A Localised Water Treatment Technology. Department of Chemical Engineering. University of Sydney, NSW, Sydney, Australia
- Huheey, J.E.. 1978. *Inorganic Chemistry Principles of Structural and Reactivity*. Harper Publisher. London.
- Isnani MN, Puspasari F, Setyaningsih L, Rianti I. 2010. Pengaruh Waktu pada Elektrokoagulasi berelektroda Multiplate Fe-Al terhadap Limbah Cair Industri Tahu ditinjau dari Nilai BOD dan TSS. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Jamhari. 2009. Reduksi Logam Berat Hg, Ag, dan Cr Limbah Laboratorium menggunakan metode Presipitasi dan

- Adsorpsi [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Johanes, H. 1978. Listrik dan Magnet. Jakarta. Balai Pustaka
- Lestari, Novianti Dwi, dan Agung, Tuhu. 2015. Penurunan TSS dan Warna Limbah Industri Batik Secara Elektrokoagulasi. Surabaya. Universitas Pembangunan Nasional
- Nasution MA. 2012. Pengolahan LCPKS keluaran Fat Pit, Kolam Anaerobik dan Reaktor Biogas dengan Elektrokoagulasi. Prosiding InSINas; 2012 Nov 29- 30; Medan, Indonesia. Medan (ID). hlm 57.
- Nurhasanah. 2009. Penentuan Kadar KOK (Kebutuhan Oksigen Kimia) Pada Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit, Pabrik Karet dan Domestik. Karya Ilmiah Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Suprihatin, H. 2014. Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo Dan Alternatif Pengolahannya. [Tugas Akhir]. Surabaya: Institut Teknologi Pembangunan.
- Yulianto, Andik, Luqman Hakim, Indah Purwaningsih, Vidya Ayu Pravitasari. 2009. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Pada Skala Laboratorium dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.