

PENGARUH TEGANGAN DAN JARAK ANTAR ELEKTRODA TERHADAP PEWARNA REMAZOL RED RB DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI

Novie Putri Setianingrum*, **Agus Prasetya, Sarto**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No. 2, Sinduadi, Mlati, Sinduadi, Sleman, Kabupaten Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
*Email: snovieputri@gmail.com

Abstrak

"Batik merupakan salah satu ciri budaya khas bangsa Indonesia yang telah mendapatkan pengakuan dari UNESCO serta ditetapkan sebagai Warisan Kemanusian untuk Budaya Lisan dan Non bendawi. Perkembangan industri batik naik sangat pesat setiap tahunnya menyebabkan buangan air limbah cair industri batik meningkat. Elektrokoagulasi adalah metode koagulasi dengan menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan dan jarak antar elektroda yang optimal yang dapat digunakan pada industri skala kecil. Percobaan ini menggunakan limbah sintetis pewarna Remazol Red RB dengan parameter yang diamati adalah perubahan COD, Warna, dan TSS. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium secara batch dengan menggunakan 2 lempeng aluminium berukuran 6cmx8cmx0,1cm sebagai anoda dan katoda. Elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah Aluminium (Al). Variasi dilakukan pada tegangan dan jarak antar elektroda. Variasi tegangan listrik yang digunakan adalah 10 dan 15 volt. Jarak antar elektroda yang digunakan adalah 2 dan 3 cm. Volume sampel yang digunakan 0,5 L. Sampel diambil pada 0, 20, 40 dan 60 menit sejak elektroda mulai dialirkan arus listrik. Analisa laboratorium mengacu pada SNI 06-6989.2-2004 untuk parameter COD, SNI M-03-1989-F untuk parameter warna, SK SNI M-03-1989-F untuk parameter TSS. Hasil analisa menunjukkan adanya presentasi penurunan kadar konsentrasi COD mencapai 99,18% terjadi pada menit ke 60, tegangan 10 volt dengan jarak antar elektroda sebesar 3 cm. Parameter warna juga mengalami penurunan mencapai 97,23% terjadi pada menit ke 60, tegangan 10 volt dengan jarak antar elektroda sebesar 3 cm. Untuk TSS mengalami penurunan mencapai 68% pada menit ke 20, tegangan 15 volt dengan jarak antar elektroda 3cm.

Kata kunci: elektrokoagulasi, COD, TSS, warna

PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu ciri budaya khas bangsa Indonesia yang telah mendapatkan pengakuan dari UNESCO serta ditetapkan sebagai Warisan Kemanusian untuk Budaya Lisa dan Non-bendawi (Masterpiece of the Oral and Intangible Heritage of Human) sejak 2 Oktober 2009.

Data Kementerian Perindustrian (2015) industri batik dalam negeri telah naik daun yang ditandai meningkatnya produksi batik setiap tahun. Pada tahun 2010 produksi industri batik menembus angka Rp 732,67 miliar atau naik 13% dari periode sebelumnya sebesar Rp 648,94 miliar. Peningkatan jumlah unit usaha batik selama tahun 2011-2015 tumbuh 14,7% dari 41.623 unit menjadi 47.755 unit. Terjadi juga peningkatan tenaga kerja selama 2011-2015 tumbuh 14,7% dari 173.829 orang menjadi 199.444 orang. Peminat batik dari mancanegara meningkat ini tercermin dari nilai ekspor batik yang naik 14,7% dari tahun 2011

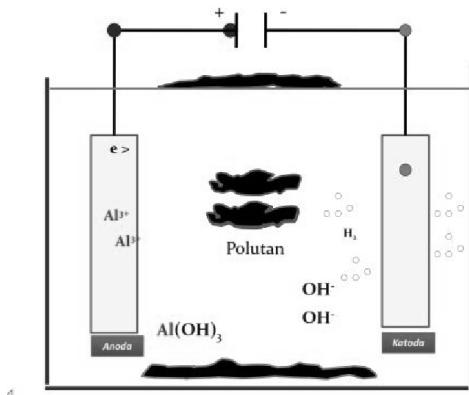
senilai Rp 43,96 triliun menjadi Rp 50,44 triliun pada tahun 2015.

Dalam proses produksi industri batik banyak menggunakan bahan kimia dan air. Bahan kimia biasanya digunakan pada proses pencelupan atau pewarnaan. Pada umumnya polutan yang terkandung pada limbah batik berupa logam berat, padatan tersuspensi, atau zat organik. Oleh karena itu, apabila buangan limbah batik dibuang secara langsung ke lingkungan tanpa adanya pengolahan maka dapat menurunkan kualitas lingkungan.

Saptarini (2009) telah melakukan pengujian kandungan buangan limbah cair industri batik Indah Yogyakarta dengan melakukan pengujian parameter BOD, COD, TSS dan pH. Sampel limbah pewarna yang digunakan adalah zat warna remazol. Hasil pengujian buangan limbah cair batik Indah Yogyakarta menunjukkan nilai TSS sebesar 720 mg/L, TDS sebesar 14.030 mg/L, BOD sebesar 142 mg/L, COD sebesar 269

mg/L, kekeruhan sebesar 17 NTU, Warna sebesar 324 Pt-Co dan pH sebesar 10,2. Melihat hasil buangan limbah cair batik maka perlu adanya pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

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 yang berfungsi mengikat kontaminan dan partikel-partikel dalam limbah. Proses elektrokoagulasi dilakukan pada benjana elektrolisis yang di dalamnya terdapat dua elektroda yang tercelup dalam larutan limbah sebagai elektrolit.

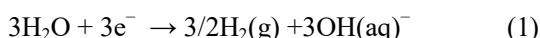


Gambar.1. Proses elektrokoagulasi

Apabila dalam suatu elektrolit ditaruh dua elektroda dan dialirin arus listrik searah, maka akan terjadi proses elektrokimia. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah :

Reaksi Pada Katoda :

Pada katoda terjadi proses reduksi, dimana menghasilkan gas hidrogen dan hidroksida.



Reaksi pada Anoda:



Dari reaksi tersebut, pada anoda akan dihasilkan gas, buih dan flok $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Selanjutnya flok yang terbentuk akan mengikat logam dan partikel-partikel yang terdapat pada air limbah, sehingga flok akan mengendap. Dalam proses elektrokoagulasi menghasilkan gelembung-gelembung gas hidrogen yang dimana membantu kotoran-kotoran yang terbentuk yang ada dalam air akan terangkat ke atas permukaan air. Flok yang terbentuk relatif kecil sehingga flok-flok yang terbentuk tadi lama kelamaan akan bertambah besar ukurannya.

Penelitian ini mencoba menggunakan proses elektrokoagulasi sebagai salah satu alternatif pengolahan limbah cair industri batik. Dimana air limbah yang digunakan adalah air limbah sintetis Pewarna *Remazol Red RB*. Secara lebih khusus penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tegangan, jarak elektroda dan waktu kontak pada metode elektrokoagulasi terhadap kadar COD, warna, TSS secara elektrokoagulasi.

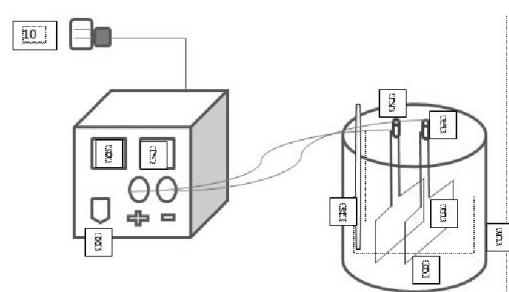
METODOLOGI

Bahan

Bahan yang digunakan adalah limbah sintetis pewarna remazol red rb dengan volume 500 mL dan konsentrasi 100 ppm.NaCl, akuades.

Alat

Peralatan yang digunakan gelas beaker, elektroda aluminium, *DC Power Supply, static head*, gelas arloji, pengaduk. Alatnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar.2. Rangkaian alat elektrokoagulasi

Keterangan gambar :

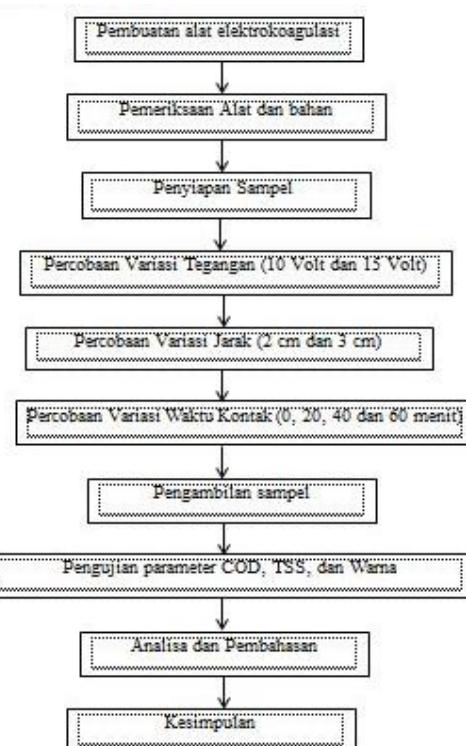
1. Kabel arus positif
2. Kabel arus negatif
3. Plat aluminium
4. Termometer
5. Gelas beaker 2L
6. Voltmeter
7. Amperemeter

8. Tombol on/off
9. Limbah zat warna
10. Sumber arus listrik

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Tegangan (Volt) : 10 dan 15
2. Jarak antar elektroda : 2 cm dan 3 cm

Prosedur Penelitian

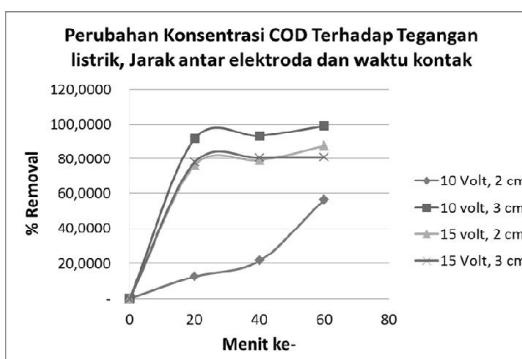


Gambar.3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penurunan Konsentrasi COD

Perubahan konsentrasi COD terhadap waktu, tegangan dan jarak elektroda ditunjukkan pada Gambar 4. Efisiensi penurunan konsentrasi COD terbesar mencapai



Gambar.4. Perubahan konsentrasi COD terhadap tegangan, jarak antar elektroda dan waktu

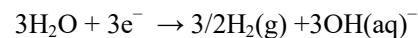
99,18% pada menit ke 60, tegangan 10 volt dengan jarak antar elektroda 3 cm. Sedangkan rata-rata efisiensi penurunan konsentrasi COD dengan metode elektrokoagulasi mencapai 71,2695%.

Penurunan konsentrasi COD dalam elektrokoagulasi disebabkan adanya proses oksidasi dan reduksi didalam reaktor elektrokoagulasi tersebut. Pada elektroda-elektroda terbentuk gas oksigen dan hidrogen yang akan mempengaruhi reduksi COD. Berdasarkan teori *double layer*, penurunan COD disebabkan flok yang terbentuk oleh ion senyawa organik berikatan dengan ion koagulan yang bersifat positif. Molekul-molekul pada limbah batik terbentuk menjadi flok, partikel koloid pada limbah bersifat mengikat partikel atau senyawa lain yang ada pada limbah misalnya koloid Al(OH)_2 bermuatan positif karena permukaannya mengikat ion H^+ . Prinsip kerja yang terjadi pada elektrokoagulasi sama seperti teori *double layer* yaitu pembentukan flokulasi partikel bersifat adsorpsi, koagulan bermuatan positif akan menyerap ion negative limbah seperti nitrit, phospat, dan senyawa organik lainnya dan membentuk flok yang membantu proses penurunan COD [1].

Proses elektrokoagulasi ini dapat dijabarkan dengan reaksi dibawah ini :

Reaksi Pada Katoda :

Pada katoda terjadi proses reduksi, dimana menghasilkan gas hidrogen dan hidroksida.

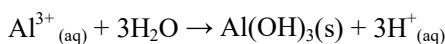


Reaksi pada Anoda:

Pada anoda akan terjadi proses oksidasi, dimana akan menghasilkan Al^{3+}



Dalam cairan :



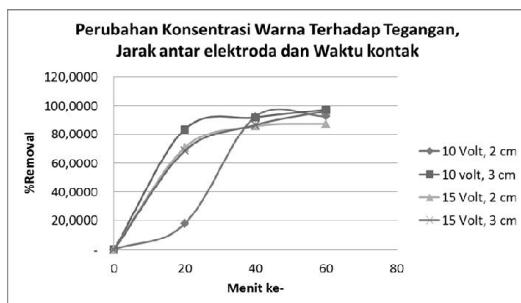
Pada permukaan elektroda Al akan mengoksidasi elektronnya menjadi Al^{3+} yang kemudian mengikat OH^- sehingga membentuk Al(OH)_3 yang berfungsi sebagai koagulan.

Dari persamaan kimia diatas terlihat pembentukan gas oksigen dan hidrogen mempengaruhi pereduksian COD. Gas hidrogen membantu kontaminan mengapung atau terangkat. Hal ini yang menyebabkan tereduksinya *dissolved organic* atau material terlarut termasuk flok Al(OH)_3 yang mengikat limbah organik serta menangkap sebagian limbah organik yang tidak terdeposit pada batang katoda.

Produksi H_2 yang dihasilkan dari reaksi redoks menyebabkan material organik dapat tereduksi. Sebagian molekul yang terdapat pada limbah ditangkap oleh ion Al(OH)_3 kemudian penyisihan oleh H_2 sebagai senyawa organik membentuk gelembung yang dapat menurunkan COD [1].

Perubahan Konsentrasi Warna

Perubahan konsentrasi warna terhadap waktu, tegangan dan jarak elektroda ditunjukkan pada Gambar 5. Efisiensi perubahan konsentrasi warna terbesar mencapai 97,23% pada menit ke 60, tegangan 10 Volt dengan jarak elektroda 3 cm.

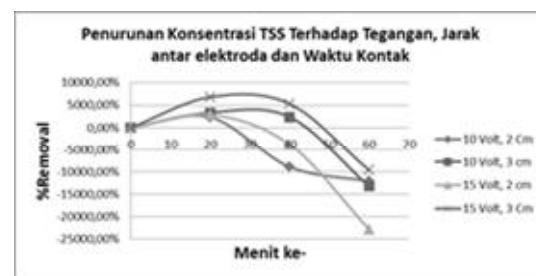


Gambar.5. Perubahan konsentrasi warna terhadap tegangan, jarak antar elektroda dan waktu

Penurunan warna disebabkan oleh proses adsorpsi, substansi molekul meninggalkan larutan limbah dan bergabung pada permukaan zat padat (koagulan) pada proses elektrokoagulasi. Proses adsorpsi disini berfungsi untuk menyisihkan senyawa-senyawa aromatik dan senyawa organik terlarut.

Perubahan Konsentrasi TSS

Perubahan konsentrasi TSS terhadap waktu, tegangan dan jarak elektroda ditunjukkan pada Gambar 6. Efisiensi perubahan konsentrasi warna terbesar 68% pada menit ke 20, tegangan 15 volt dengan jarak 3 cm.



Gambar.6. Penurunan konsentrasi TSS terhadap tegangan, jarak antar elektroda dan waktu

Dalam industri batik beberapa zat warna dan zat kimia merupakan padatan terlarut misalnya: larutan zat warna reaktif, kostik soda, asam, zat pembasah. Sedangkan yang merupakan padatan koloid dan tersuspensi, misalnya gabungan zat warna naphtol dan garam diazo, zat warna indigosol, rapid, tapioka, lilin batik [2].

Pada anoda terjadi reaksi oksidasi terhadap anion (ion negatif), anoda yang terbuat dari logam seperti aluminium akan mengalami reaksi oksidasi membentuk Al^{3+} . Gas hidrogen dari katoda membantu flok Al(OH)_3 dalam larutan yang terangkat ke permukaan. Mekanisme pengendapan flok Al(OH)_3 pada bak elektrokoagulasi mengikuti prinsip koagulasi-flokulasi karena adanya pertumbuhan massa flok sehingga berat jenis flok menjadi besar dan akhirnya mengendap..

Hal ini sangat berhubungan dengan besarnya kuat arus dan tegangan listrik yang diberikan pada saat proses elektrokoagulasi berlangsung. Semakin besar kuat arus dan tegangan yang diberikan semakin banyak

pula flok yang dihasilkan yang dapat mengikat kontaminan yang terdapat pada air limbah. Selain itu jarak antar plat elektroda sangat mempengaruhi proses penurunan konsentrasi TSS. Semakin dekat jarak antar elektroda maka penurunan konsentrasi TSS semakin besar. Semakin jauh jarak antar elektroda maka lintasan perputaran arus listrik semakin sedikit sehingga efisiensi proses penurunan konsentrasi TSS yang terjadi semakin kecil.

KESIMPULAN

1. Hasil dari percobaan elektrokoagulasi ini dengan sistem batch dapat menurunkan kadar COD 99,18% pada menit ke 60, tegangan 10 volt dengan jarak antar elektroda 3 cm. Sedangkan rata-rata efisiensi penurunan konsentrasi COD dengan metode elektrokoagulasi mencapai 71,2695%.
2. Dengan menggunakan metode elektrokoagulasi dapat menurunkan warna terbesar mencapai 97,23% pada menit ke 60, tegangan 10 Volt dengan jarak elektroda 3 cm.
3. Dengan menggunakan metode elektrokoagulasi, efisiensi perubahan konsentrasi warna terbesar 68% pada menit ke 20, tegangan 15 volt dengan jarak 3 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananta, Muji. 2009. Proses Produksi. Diunduh melalui www.batikananta.blogspot.com Diakses pada 26 Januari 2016
- Anggiasari, Yunita. 2015. Pewarna Kain Batik dan Pewarna Kain. Diakses melalui <http://www.batikanggiasari.blogspot.co.id/>. Diakses pada 26 Januari 2016.
- Anonim, 1997, Perencanaan Teknik Pengelolaan Pencemaran Industri Sekala Kecil Sentra Batik DIY, Balai Besar Penelitian dan Perkembangan Industri Kerajinan dan Batik. Yogyakarta.
- Al-Kdasi, A., Idris, A., Saed, K. and Guan, C.T., 2004. "Treatment of textile wastewater by advanced oxidation processes". Global Nest the Int.J. 6: 222-230, diakses dalam http://www.gnest.org/journal/Vol6_No3/Al-kdasi-222-230.pdf
- Hari, B. dan Harsanti, M., 2010, "Pengolahan Limbah Cair Tekstil Menggunakan Proses Elektrokoagulasi dengan Sel Al-Al", ISSN 1693-4393, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuungan"
- Holt.,P,K, Geoffrey W, Barton, Cynthia A Mitchel. 2006. *The future for electrocoagulation as a localised water treatment technology*. Departement of Chemical Engineering.University of Sydney.NSW. Sydney. Australia
- Kementerian Perindustrian. 2011. Produksi Batik Melonjak 13%. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/1199/Produksi-Batik-Melonjak-13> diakses pada 1 Januari 2016
- Riyanto, Ph.D. 2013. Elektrokimia dan aplikasinya. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Saptarini, Dyah. 2009. Pengolahan limbah cair industri batik dengan metode koagulasi-flokulasi dan adsorpsi sistem batch. Tesis. Program Studi Magister Sistem Teknik. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Yulianto,Andik, dkk. 2009. Pengolahan Limbah Industri Batik Pada Skala Laboratorium dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. Jurnal Volume 5 No. 1, Juni 2009. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Zuhria, Faida. 2014. Penurunan COD, BOD dan TSS Limbah Cair Pewarna Industri Batik Rara Djonggrang dengan Metode Elektrokoagulasi.Tesis. Teknik Kimia. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta