

**PENGARUH PH DAN WAKTU ELEKTROLISIS TERHADAP
ELEKTRODEKOLORISASI REMAZOL RED RB DALAM LIMBAH
CAIR BATIK**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh:

**NUR HIDAYATI
D500140075**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PH DAN WAKTU ELEKTROLISIS TERHADAP
ELEKTRODEKOLORISASI REMAZOL RED RB DALAM LIMBAH
CAIR BATIK**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

NUR HIDAYATI
D500140075

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Pembimbing



(Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D)

NIK. 960

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PH DAN WAKTU ELEKTROLISIS TERHADAP
ELEKTRODEKOLORISASI REMAZOL RED RB DALAM LIMBAH
CAIR BATIK

Oleh:

NUR HIDAYATI
D500140075

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 23 Januari 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Tri Widayatno, S.T., MSc., Ph.D
(Ketua Dewan Penguji)

()

2. Ir. Nur Hidayati, Ph.D
(Anggota I Dewan Penguji)

()

3. Kun Harismah, Ph.D
(Anggota II Dewan Penguji)

()

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, S.T., Ph.D
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 25 Oktober 2018

Penulis



Nur Hidayati
D500140075

PENGARUH PH DAN WAKTU ELEKTROLISIS TERHADAP ELEKTRODEKOLORISASI REMAZOL RED RB DALAM LIMBAH CAIR BATIK

Abstrak

Industri batik merupakan salah satu industri yang tumbuh dengan pesat dan berkontribusi dalam pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Remazol Red RB ialah salah satu pewarna dari berbagai komponen di dalam limbah cair batik. Sekitar 10 – 15% pewarnaan ikut terbuang sebagai limbah yang berwarna pekat yang dapat menyebabkan masalah serius bagi lingkungan. Tujuan dari studi ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan metode elektrokimia dengan skala laboratorium untuk mendekolorisasi Remazol Red RB dan limbah nyata yang mengandung pewarna. Degradasi pewarna dengan cepat dapat dilakukan dengan elektrogenesis klor aktif, yang disebut dengan *Indirect electro-oxidation*. Studi ini menggunakan metode elektrolisis dengan Grafit sebagai elektroda dan NaCl sebagai larutan elektrolitnya. Elektrolisis telah dilakukan didasarkan pada variasi waktu elektrolisis mencapai 90 menit dan pH 2, 4, dan 6. Hasilnya menunjukkan bahwa persentase dekolorisasi Remazol Red RB tertinggi 99,84% pada pH 4 selama 90 menit, dan 86,21% untuk limbah cair nyata.

Kata kunci: Elektrodekolorisasi, *indirect electro-oxidation*, industri batik, limbah cair, remazol red RB

Abstract

Batik Industry is one of the fastest growing industries that contributes to the economic growth in Indonesia. However, Batik production process produces various waste causing environmental pollution . Dye Remazol Red RB is one of various components in the batik liquid waste. The liquid waste composes of 10-15% Remazol Red RB that goes to the effluent causing serious problem to the environment. The aim of this study was to apply an electrochemical method at lab scale for decolorization of Remazol Red RB and the real effluent containing the dyes. The fast degradation of dyestuff mediated with electrogenerated active chlorine, it's called *Indirect electro-oxidation*. This study used an electrolysis process in which graphite was used as electrode and NaCl as electrolyte solution. The electrolysis had been carried out based on variation of the electrolysis times up to 90 minutes and the pH of 2, 4, and 6. The result showed that the highest percentage of Remazol Red RB decolorization was 99.84% at pH 4 with a time of 90 minutes, and 86.21% decolorization for the real effluent.

Keywords: Electrodecolorization, indirect electro-oxidation, batik industry, liquid waste, remazol red RB

1. PENDAHULUAN

Pada tanggal 2 Oktober 2009 batik dinobatkan sebagai Warisan Kemanusiaan untuk Budaya dan Lisan Nonbendawi oleh UNESCO. Sehingga tanggal tersebut dijadikan sebagai hari Batik Nasional (Widiana dkk, 2012). Sejak penetapan tersebut batik memiliki banyak penggemar, hal ini membuat maraknya kampung batik di berbagai daerah Nusantara dan omzet pengusaha batik kian meningkat. Batik memberi keuntungan secara ekonomi, namun di sisi lain batik memberikan dampak buruk bagi lingkungan akibat pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah cair industri batik. Industri tekstil termasuk industri batik merupakan salah satu industri yang paling banyak menggunakan bahan kimia dan air dalam prosesnya, juga merupakan penyumbang polutan terbesar di dalam air (Verma dkk, 2012). Limbah cair dari pembuatan batik paling banyak dihasilkan pada proses pewarnaan batik, limbah tersebut berwarna hitam keruh dan pekat karena mengandung berbagai jenis pewarna dengan konsentrasi tinggi (Sasongko & Tresna, 2010).

Industri batik lebih suka menggunakan pewarna sintetis dikarenakan pewarna sintetis memiliki ketahanan yang lebih lama dibanding dengan pewarna alami. Terdapat lebih dari 100.000 jenis zat warna yang tersedia secara komersial, dan lebih dari satu juta ton pewarna diproduksi tiap tahun, 50% pewarna sintesis tersebut digunakan oleh industri tekstil (Taylor dkk, 2011). Zat warna tekstil sintetis yang dipakai pada umumnya adalah senyawa azo (-N=N-) yang mempunyai struktur kompleks, stabil, dan tidak mudah luntur (Sapta dkk, 2014). Zat warna yang sering digunakan di industri batik yakni Remazol Red RB (Suprihatin, 2014). Remazol Red RB yang disebut juga dengan Reactive Red 198 memiliki rumus molekul $C_{27}H_{18}ClN_7Na_4O_{15}S_5$ dengan berat molekul 968,184 g/mol (*National Center for Biotechnology Information*, 2018). Pewarna kompleks dapat bersifat karsinogen, selain itu dapat menyebabkan terjadinya mutagen, tetatogen pada spesies mikroba ataupun ikan. Bahkan dapat menyebabkan gagal ginjal, disfungsi hati, sistem reproduksi, otak, dan sistem saraf pusat (Yagub dkk, 2014). Keseriusan dampak yang ditimbulkan dari kandungan pewarna tersebut maka pengolahan air limbah batik dikaitkan dengan penghilangan zat warna (Carmen & Daniela, 2012).

Dengan melihat dampak yang dapat ditimbulkan oleh air limbah industri batik, maka perlu diadakan upaya pengolahan limbah cair batik agar polutan yang terkandung dapat berkurang dan lebih ramah lingkungan. Salah satu teknik dalam pengolahan limbah secara kimia adalah metode elektrolisis, metode ini merupakan metode yang sedang populer. Hal ini dikarenakan metode ini mempunyai potensi yang baik dalam menangani limbah cair yang mengandung zat warna, termasuk limbah cair industri batik. Metode ini terdiri dari rangkaian sel elektrolisis, yakni sel yang mengkonversi energi listrik menjadi energi kimia melalui interaksi antara arus listrik dengan reaksi redoks. Zat warna akan diuraikan secara kimia menjadi H₂O, CO₂, dan senyawa karbon rantai pendek atau senyawa aromatik yang tidak memiliki gugus kromofor, sehingga lebih aman bagi lingkungan (Miled dkk, 2010).

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pH dan waktu elektrolisis terhadap elektrokolorisasi Remazol Red RB. Saat ini elektrolisis telah mendapat banyak perhatian oleh para peneliti dan terus dikembangkan. Kebaruan yang diamati yakni pengaruh pH pada pengolahan air limbah batik yang dilakukan secara *indirect electro-oxidation*.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan untuk menghilangkan zat warna sintesis dari air limbah pembuatan batik agar air limbahnya aman bagi lingkungan. Pengolahan ini dilakukan dengan metode elektrolisis. Penelitian dilakukan pada suhu dan tekanan ruangan di Laboratorium Teknik Kimia UMS.

Alat yang digunakan pada penelitian meliputi gelas beker 100 mL (Merck), labu takar 100 mL dan 1000 mL (Merck), pengaduk kaca, pH meter (Ohous Starter300), pipet ukur 10 mL (Merck), power supply (Sanfix SP-3050), Spektrofotometer Uv-Vis (Thermo Spectronic). Bahan yang digunakan pada penelitian meliputi Aquades, Remazol Red RB, H₂SO₄ (Merck), NaCl (Merck), air limbah batik Mahkota Laweyan.

Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Persiapan bahan

Persiapan bahan meliputi pembuatan larutan H₂SO₄ sebagai pengontrol pH, larutan induk Remazol Red RB 1000 ppm.

b. Penentuan panjang gelombang maksimum

Larutan Remazol Red RB 20 ppm diukur absorbansinya pada rentang panjang gelombang dari 400 nm hingga 600 nm dengan interval 10 nm. Setelah diperoleh data kemudian dibuat grafik dengan absorbansi sebagai sumbu y dan panjang gelombang sebagai sumbu x. Panjang gelombang maksimum ditunjukkan dengan puncak grafik tersebut.

c. Penentuan pH dan waktu elektrolisis optimum

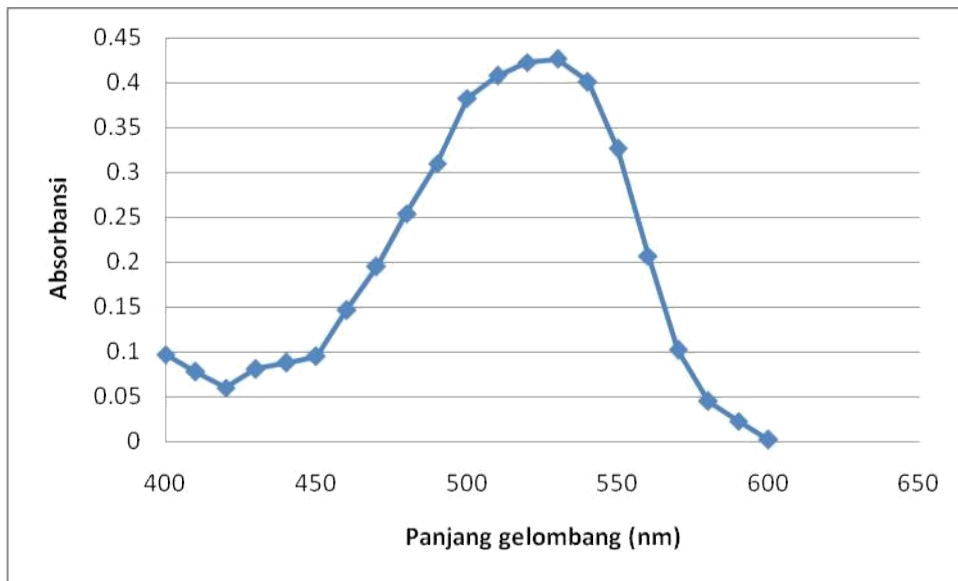
Remazol Red RB 40 ppm sebanyak 100 mL dan ditambahkan 0,585 g NaCl, pHnya disesuaikan dengan variabel yang digunakan dengan penambahan H₂SO₄, diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimal. Kemudian larutan dielektrolisis dengan kuat arus 1 A dan tegangan 10 V, elektroda grafit berjarak 1 cm selama waktu yang telah ditentukan. Absorbansi larutan hasil elektrolisis diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. pH dan waktu elektrolisis optimum ditunjukkan dengan persentase dekolorisasi tertinggi.

d. Aplikasi pada limbah Batik

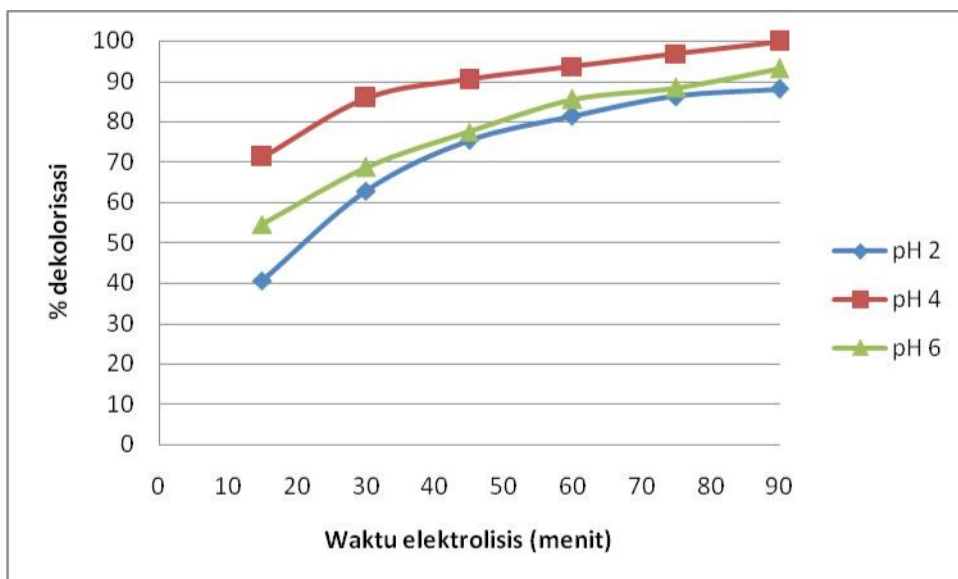
Sampel limbah batik sebanyak 100 ml, dikondisikan pada pH optimum diukur absorbansinya, ditambahkan 0,858 gram NaCl dan dielektrolisis dengan kondisi seperti yang telah disebutkan selama waktu optimum. Kemudian larutan setelah dielektrolisis diukur absorbansinya, dan menghitung persentase dekolorisasinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dimulai dengan penentuan panjang gelombang maksimum. Berdasarkan data pengukuran absorbansi oleh Spektrofotometer UV-Vis pada Gambar 1, puncak serapan sebesar 0,426 terjadi pada panjang gelombang 530 nm. Maka pada pengukuran selanjutnya digunakan panjang gelombang 530 nm.



Gambar 1. Hubungan antara absorbansi terhadap panjang gelombang



Gambar 2 Hubungan waktu elektrolisis dengan % dekolorisasi pada variasi pH

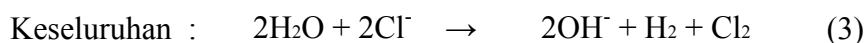
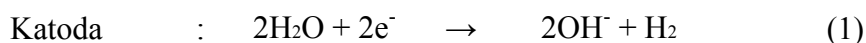
Variabel bebas yang diamati pada penelitian ini adalah pH dan waktu elektrolisis seperti pada Gambar 2. Penentuan pH dan waktu elektrolisis dimaksudkan untuk mengetahui pH dan waktu tertentu yang memperoleh persentase elektrokolorisasi paling besar. Kemudian pH dan waktu tersebut digunakan untuk mengelektrolisis limbah cair industri batik.

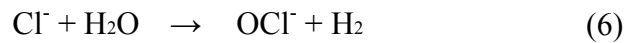
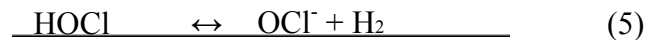
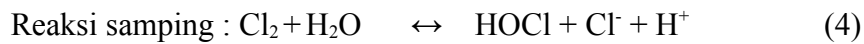
Persentase dekolorisasi terbesar diperoleh dari elektrolisis selama 90 menit, yakni pada pH 4 dapat mendekolorisasi sebesar 99,84%, pada pH 6 sebesar 93,06%, dan pada pH 2 sebesar 88,03%. Sedangkan persentase dekolorisasi terendah dihasilkan dari elektrolisis selama 15 menit, pada pH 4 mampu mendegradasi sebesar 71,23%, pada pH 6 sebesar 54,59%, dan pada pH 2 sebesar 40,62%.

Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa persentase dekolorisasi *Remazol Red RB* dipengaruhi oleh lamanya waktu elektrolisis dan pH. Pada berbagai variasi pH semakin lama waktu elektrolisis maka semakin besar pula persentase dekolorisasinya, hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Sapta dkk, (2014) mengenai degradasi zat warna *Remazol Yellow FG* yang dapat mendegradasi sebesar 99,77% selama 2,25 jam dan Widodo dkk, (2008) mengenai elektroremediasi perairan tercemar *Remazol Black B* yang mampu mendekolorisasi sebesar 97,09% selama 120 menit. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu elektrolisis maka akan semakin lama terjadinya reaksi reduksi oksidasi.

Sedangkan pada berbagai variasi waktu pada pH 4 menghasilkan persentase dekolorisasi yang paling besar dibanding pH 2 dan 6, hasil tersebut tidak berbeda jauh dengan penelitian Deborde & Gunten (2008) mengenai reaksi klorin dengan komponen anorganik dan organik pada pengolahan air limbah. Pada penelitian ini dari reaksi tersebut menghasilkan gas Cl_2 yang kemudian akan bereaksi dengan ion H_2O sehingga membentuk HOCl dan ClO^- yang mengoksidasi zat warna sehingga akan terdegradasi lebih sempurna. Pada pH 4 mengalami dekolorisasi paling besar dibanding dengan pH 2 dan pH 6. Hal ini dikarenakan pada pH 4 menghasilkan pengoksidasi kuat berupa HOCl dan ClO^- dengan kadar yang lebih banyak dibanding pH 2 dan pH 6.

Berikut merupakan reaksi yang mungkin terjadi pada kedua elektroda tersebut:





Pada katoda terjadi reaksi reduksi H₂O menghasilkan ion OH⁻ dan gas H₂. Sedangkan pada anoda terjadi oksidasi Cl⁻ karena elektroda karbon tidak ikut beraksi, sehingga di dalam larutan mengandung ion Cl⁻. Ion Cl⁻ dioksidasi menghasilkan gas Cl₂, asam biklorit (HOCl), ion hipoklorit (ClO⁻) yang merupakan pengoksidasi kuat (Deborde & Gunten 2008). Hasil oksidasi inilah yang akan mendegradasi zat warna menjadi senyawa penyusunnya yang tidak berbahaya jika dibuang ke lingkungan. Proses elektrooksidasi seperti ini dinamakan *indirect oxidation* yang telah diteliti dan dinilai sebagai metode paling ampuh untuk mendekolorisasi dan demineralisasi senyawa organik. Keberadaan NaCl sangat penting pada proses ini, karena ia merupakan sumber klor aktif.

Berdasarkan hasil yang didapat pada elektrokolorisasi *Remazol Red RB* di atas diperoleh kondisi optimum adalah pada pH 4 dengan waktu 90 menit. Kondisi tersebut juga digunakan untuk mendekolorisasi limbah cair batik, dan menghasilkan persentase sebesar 86,21%.

4. PENUTUP

Larutan *Remazol Red RB* dapat didekolorisasi dengan baik menggunakan batang karbon baterai bekas sebagai elektroda dan NaCl sebagai elektrolitnya. Persentase dekolorisasi terbesar yakni 99,84% dilakukan pada pH 4 dan dielektrolisis selama 90 menit. Sedangkan pada kondisi yang sama mampu mendekolorisasi limbah cair batik sebesar 86,21%.

DAFTAR PUSTAKA

- Carmen, Z. & Daniela, S. 2012. *Organic Pollutants Ten Years After the Stockholm Convention - Environmental and Analytical Update*. InTech. Rijeka Croatia.
- Deborde, M. & Gunten, U.V. 2008. Reactions of chlorine with inorganic and

organic compounds during water treatment — Kinetics and mechanisms : A critical review. *Water Research*. 42: 13–51.

Miled, W., Said, A.H., & Roudesli, S. 2010. Decolorization of High Polluted Textile Wastewater by Indirect Electrochemical Oxidation Process. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*. 6(3): 1–6.

Widiana, M.E., Supit, H., & Hartini, S. 2012. Penggunaan Teknologi Internet dalam Sistem Penjualan Online untuk Meningkatkan Kepuasan dan Pembelian Berulang Produk Batik pada Usaha Kecil dan Menengah di Jawa Timur. *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*. 14(1): 72–82.

National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID = 102088839, <https://pubchem.ncbi.nlm.gov/compound/1020888> (diakses 23 Februari 2018).

Sapta, I.W., Wiratini, N.M., & Ketut, I.D. 2014. Degradasi Zat Warna Remazol Yellow Fg Dan Limbah Tekstil Buatan Dengan Teknik Elektrooksidasi. *e-Journal Kimia Visvitalis*. 2: 127–137.

Sasongko, D.P. & Tresna, W.P. 2010. Identifikasi Unsur dan Kadar Logam Berat pada Limbah Pewarna Batik dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Telaah*. 27: 22–27.

Suprihatin, H. 2014. Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo dan Alternatif Pengolahannya. *Jurnal Kajian Lingkungan*. 2(2): 130-138.

Taylor, P., Singh, K., & Arora, S. 2011. Removal of Synthetic Textile Dyes From Wastewaters : A Critical Review on Present Treatment Technologies. *Environmental Science and Technology*. 41(9): 807–878.

Verma, A.K., Dash, R.R., & Bhunia, P. 2012. A review on chemical coagulation / flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters.

Journal of Environmental Management. 93(1): 154–168.

Widodo, D.S., Gunawan, & Kristanto, W.A. 2008. Elektoremediasi Perairan Tercemar. *Jurnal Kimia Sains.* 11(3): 90–96.

Yagub, M.T., Sen, T.K., Afroze, S., & Ang, H.M. 2014. Dye and its Removal from aqueous solution by Adsorption: A review. *Advances in Colloid and Interface Science.* 209: 172-184.