

OPTIMASI VOLTASE DAN WAKTU PADA ELEKTRODEKOLORISASI ZAT WARNA *INDIGOSOL GOLDEN YELLOW IRK* DENGAN ELEKTRODA PbO₂ DAN GRAFIT (C)

Jamal Adi Prasetyo¹⁾, Futya Milatina²⁾ dan Ika Yuliawati³⁾

AKN Kajen - Jl. Bahurekso no. 1 Kajen

ABSTRACT

The use of synthetic dye on the textile industry has increased along with the times. One synthetic dye that is often used in the textile industry are dyes Indigosol Golden Yellow IRK. The dye belonged vessel soluble dye. The use of synthetic dye stuffs have a negative impact because of the synthetic dye contained harmful substances such as azo group that can undergo enterohepatic circulation in the body. To deal with pollution or the negative impact of the use of the methods elektrokolorisasi. This study aims to find the optimum conditions that include voltage and the time required to menggradasi or damage dye electrolysis method. Optimization studies conducted by mengelektrolisis Indigosol Golden Yellow IRK as much as 40 ml H₂O₂ concentration of 20 ppm to 10,000 mg / L, about 4 ml 0,71 gram Na₂SO₄ as electrolyte and H₂SO₄ added until pH 4. Analysis of the results measured using UV spectrophotometry long-Vis.yang gelombangny gained from research Nugroho. The research data shows that the electrolysis using graphite electrodes with PbO₂ on elektrokolorisasi dye Golden Yellow IRK Indigosol able menggradasi color to 95.63% in the 6 volts for 5 minutes The results are better than Sigit Nugroho research by 90% that use graphite electrodes.

Keywords : Electrodecolorization; Indigosol Golden Yellow IRK; Electrolysis.

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, proses industri tekstil di Pekalongan mengalami peningkatan yang cukup besar. Hal ini dapat ditunjukkan dari produk-produk industri tekstil yang menjamur di pasaran, baik di pasar lokal, nasional maupun internasional. Selain itu, munculnya nama-nama baru perusahaan tekstil di Pekalongan mengindikasikan bahwa perkembangan industri tekstil semakin pesat.

Peningkatan volume usaha industri tekstil tidak sejalan dengan pengetahuan para pelaku usaha untuk mengolah limbah yang dihasilkan pada proses akhir dengan benar, terutama pada industri skala kecil menengah. Hal tersebut dilatarbelakangi oleh kesadaran yang rendah serta kebiasaan hidup masyarakat yang menjadi salah satu faktor belum terpenuhinya kualitas standar pengolahan limbah yang dihasilkan. Limbah yang dihasilkan pada

industri skala kecil menengah berupa limbah cair zat warna pada proses pewarnaan kain.

Zat warna merupakan senyawa organik yang mengandung gugus kromofor terkonjugasi. Penggunaan zat warna sintetik yang memiliki beberapa kelebihan juga memiliki kekurangan yang dapat berdampak negatif bagi orang yang terlibat langsung dalam pengolahannya karena zat warna sintetik memiliki senyawa yang cukup berbahaya, adapun contoh senyawa berbahaya dalam zat warna sintesis seperti gugus azo yang dapat mengalami sirkulasi enterohepatik dalam tubuh dengan jangka waktu lama menyebabkan kanker hati (Widodo, 2012).

Pewarna jenis *Indigosol* sering digunakan dalam industri tekstil skala kecil karena sifatnya yang mudah larut dalam air, menghasilkan warna yang cerah, tidak mudah memudar dan tidak terdegradasi pada kondisi aerob biasa. Nirmasari (2008) juga menambahkan, bahwa sebagian besar zat warna sengaja dibuat supaya mempunyai ketahanan terhadap pengaruh lingkungan seperti efek pH, suhu dan mikroba, namun air limbah zat warna sintetik *Indigosol* sulit didegradasi baik secara biologis maupun kimia (Nirmasari, 2008). Pengolahan limbah dapat dilakukan secara kimia, fisika, maupun biologi yaitu dengan cara

adsorpsi, koagulasi, sedimentasi dan aerasi. Namun proses tersebut memiliki beberapa kelemahan yaitu membutuhkan waktu yang lama dalam penghilangan zat warna dan menghasilkan limbah lain berupa lumpur.

Metode baru terus dikembangkan guna meningkatkan efektifitas. Metode elektrolisis merupakan metode yang sukses dalam mengolah beberapa limbah zat warna. Elektrokolorisasi memiliki keunggulan dibandingkan dengan metode lain karena selain tidak menghasilkan limbah sampingan berupa lumpur, juga tidak diperlukan penambahan bahan kimia mahal, prosesnya berlangsung lebih cepat dapat diterapkan pada suhu kamar, menggunakan alat dan bahan yang ekonomis.

Beberapa penelitian elektrokolorisasi telah banyak dilakukan diantaranya Nugroho (2013), Millatina (2011) dan Yuliawati, dkk., (2015). Nugroho (2013) telah melakukan elektrokolorisasi *Indigosol Golden Yellow IRK* dalam limbah cair batik pada pH 4, konsentrasi NaCl 0,5 M, kuat arus 1A, tegangan 5 volt selama 30 menit menggunakan elektroda grafit mampu mendegradasi zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK* sebesar 90%. Millatina (2011) mengemukakan bahwa elektrokolorisasi pada zat warna

rodamin B 2 mg/L menggunakan elektroda PbO₂ dan grafit pada voltase 16 volt dan jarak elektroda 1 cm menghasilkan persen dekolorisasi sebesar 99,78%. Yuliawati dkk (2015) mengelektrodekolorisasi zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK* dalam limbah batik dengan elektroda PbO₂ dan Pb pada voltase 5 volt, pH 3 dan konsentrasi H₂O₂ 3000 mg/L selama 9 menit mencapai 95,45%.

Proses elektrodekolorisasi dipengaruhi beberapa faktor yang berpengaruh terhadap besarnya efisiensi ketika mendegradasi zat warna antara lain konsentrasi elektrolit, beda potensial, jarak antar kedua elektroda dan waktu elektrodekolorisasi. Pada penelitian ini akan dipilih elektroda grafit (C) dari baterai bekas sebagai katoda dan PbO₂ sebagai anoda. Bahan grafit (C) memiliki kekuatan dan ketahanan fisik yang baik pada kondisi elektrolisis biasa (potensial tidak terlalu tinggi) dan dapat digunakan pada waktu yang lama pada densitas arus tinggi (Widodo, dkk., 2012). PbO₂ memiliki beberapa kelebihan yaitu *inert*, semikonduktor stabil dan tahan terhadap korosi (Sires, dkk., 2011). Penggunaan PbO₂ sebagai anoda dapat memaksimalkan proses elektrodekolorisasi (Kong, dkk., 2007). Selain kelebihan tersebut kedua elektroda tersebut mudah didapat dan lebih

ekonomis. Larutan elektrolit yang digunakan adalah Na₂SO₄. Efek elektrolisis dapat dipengaruhi oleh beberapa variabel. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah voltase dan waktu. Penelitian ini akan mempelajari suatu studi optimasi voltase optimum dan waktu optimum untuk menghilangkan warna pada pelarutan zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK*.

METODE

1. Waktu dan Tempat Pengambilan Data

Penelitian dilakukan pada tanggal 14 Juni s/d 17 Juli 2016 dan tempat pengambilan data dilakukan di Laboratorium AKN Kajen.

2. Langkah kerja

a. Pembuatan larutan standar

Melarutkan 1 gram serbuk zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK* dengan akuades, kemudian memindahkan larutan ke dalam labu takar 1000 mL dan menambahkan akuades sampai tanda batas. Larutan tersebut merupakan larutan *Indigosol Golden Yellow IRK* 1000 mg/L. Selanjutnya membuat larutan standar *Indigosol Golden Yellow IRK* 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm melalui pengenceran sesuai hukum pengenceran.

b. Penentuan kurva kalibrasi standar

Mengukur absorbansi dari larutan *Indigosol Golden Yellow IRK* 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 463 nm. Membuat kurva kalibrasi dengan memplotkan antara konsentrasi (x) dengan absorbansi (y) sehingga menghasilkan kurva hubungan absorpsi terhadap sederetan konsentrasi larutan standar.

c. Penentuan voltase optimum

Memasukkan PbO₂ ke dalam larutan elektrolisis sebagai anoda dan batang grafit (C) sebagai katoda, jarak antar katoda dengan anoda 1 cm. Memasukkan larutan *Indigosol Golden Yellow IRK* 20 mg/L ke dalam gelas beaker Sebanyak 40 mL, kemudian menambahkan 0,71 Na₂SO₄, 4 mL H₂O₂ 3000 mg/L dan H₂SO₄ sampai pH 4, jarak antar katoda 1 cm. Mengukur absorban larutan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 463 nm untuk mendapatkan nilai absorbansi sebelum elektrolisis.

Mengelektrolisis larutan menggunakan sumber arus DC dengan memulai voltase yang paling kecil yaitu 3; 4,5; 6 dan 7,5 volt kemudian mengelektrolisis pada waktu yang konstan yaitu 7 menit. Menyaring larutan dan mengukur absorbansinya

menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Penelitian ini menggunakan nilai voltase yang menunjukkan persentase dekolorisasi maksimum sebagai voltase optimum.

d. Penentuan waktu optimum

Menentukan waktu optimum dengan kondisi larutan yang sama seperti penentuan voltase optimum, dengan memvariasikan waktu elektrolisis pada voltase optimum. Variasi waktunya yaitu 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 menit. Penelitian ini menggunakan persentasi waktu dekolorisasi maksimum sebagai waktu optimum.

3. Variabel dan Pengukuran

Variabel yang diamati terdiri dari voltase dan waktu. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, sehingga didapat data berupa nilai absorbansi (A). Konsentrasi *Indigosol Golden Yellow IRK* diperoleh dengan menggunakan persamaan kurva kalibrasi standar. Persentase dekolorisasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Dekolorisasi (\%)} = \frac{X_1 - X_2}{Y} \times 100 \%$$

X1 = konsentrasi *i* sebelum

X2 = konsentrasi *i* sesudah

Y = konsentrasi *i* sebelum

HASIL

Elektrokolorisasi yaitu suatu proses penghilangan zat warna dengan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia, pada penelitian ini dipakai PbO_2 sebagai anoda dan grafit sebagai katoda serta Na_2SO_4 sebagai elektrolit. Menurut Keenan, dkk., (1984), Na_2SO_4 terdiri dari ion-ion yang terbentuk dari garam tersebut (2Na^+ dan SO_4^{2-}) menjadi terpisah satu sama lain dan bercampur dengan air, dengan tiap ion bergerak bebas antara molekul air.

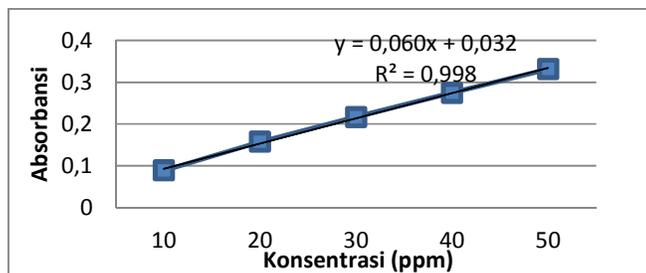
Pendegradasian warna terjadi karena pada proses elektrolisis PbO_2 mampu memproduksi radikal hidroksil yang dihasilkan dari pemecahan air di katoda. Ion OH^- yang dihasilkan di katoda diubah oleh PbO_2 menjadi radikal hidroksil. Senyawa radikal tersebut akan merusak atau memutus gugus kromofor pada zat warna sehingga warna akan pudar atau rusak. Selama proses elektrolisis akan terbentuk gelembung-gelembung udara berupa CO_2 yang merupakan hasil dari reaksi (Subekti, 2012).

Hasil pengukuran penelitian ini diuji dengan alat spektrofotometri UV-Vis

sehingga harus ditentukan panjang gelombang, dalam penelitian sebelumnya oleh Nugroho (2013) sudah diketahui panjang gelombang maksimum dari zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK* yaitu pada panjang gelombang maksimum sebesar 463 nm. Bab ini akan dibahas mengenai data-data hasil penelitian yang meliputi kajian tentang kurva kalibrasi, voltase optimasi dan waktu optimum sebagai berikut:

a. *Menentukan Kurva Kalibrasi Standar Indigosol Golden Yellow IRK*

Penentuan kurva kalibrasi standar bertujuan untuk menentukan konsentrasi suatu sampel. Penentuan kalibrasi standar dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK* dengan variasi konsentrasi 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm pada panjang gelombang maksimum zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK*. Berikut kurva kalibrasi hasil pengujian sampel zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK* pada Gambar 1.



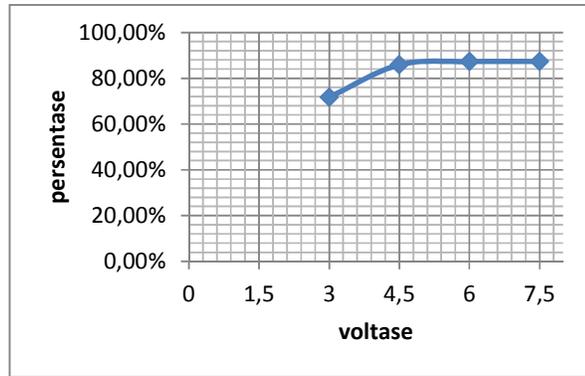
Gambar 1. Kurva Kalibrasi *Indigosol Golden Yellow IRK*

Dari perhitungan nilai absorbansi zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK* didapat persamaan $y = 0,060x + 0,032$ dan nilai $R^2 = 0,998$ dalam hal ini y adalah absorbansi larutan sedangkan x adalah konsentrasi larutan zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK*. Hasil koefisien korelasi yang mendekati 1 sesuai dengan Hukum Lambert Beer yang menyatakan bahwa kurva antara absorbansi terhadap konsentrasi merupakan garis lurus (Khopkar, 1990).

b. Menentukan Voltase optimum pada Proses Degradasi Zat Warna Indigosol Golden Yellow

Degradasi zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK* dilakukan dengan membuat variasi voltase yang bertujuan untuk

menentukan voltase yang digunakan sebagai voltase optimum untuk mendegradasi zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK* pada konsentrasi 20 ppm sebanyak 40 mL. Variasi voltase yang digunakan adalah pada 3; 4,5; 6 dan 7,5 dilakukan dengan penambahan H_2SO_4 sampai pH 4, Na_2SO_4 sebanyak 0,71 gram sebagai elektrolit dan H_2O_2 300 mg/L sebanyak 4 mL, proses ini dilakukan pada pH asam karena banyak mengandung H^+ sehingga meningkatkan reaksi dengan elektrolit yang menyebabkan reaksi elektrodokolorisasi berlangsung lebih cepat (Millatina, 2011). Grafik hubungan antara voltase dengan persentase dekolorisasi zat warna *Indigosol Golden Yellow* dapat dilihat pada Gambar 2.



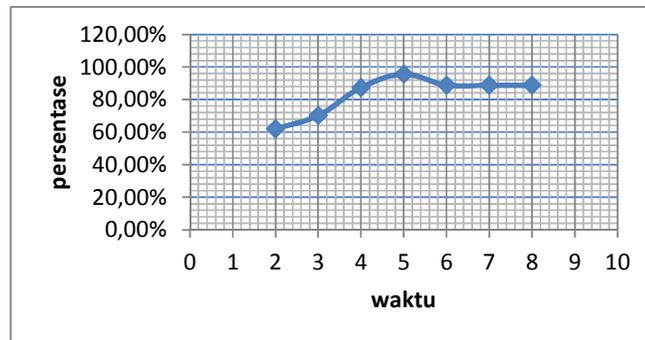
Gambar 2 Grafik Hubungan Voltase dengan Persentase Dekolorisasi

Berdasarkan Gambar 2 diatas, bahwa persentase dekolorisasi terus naik seiring bertambahnya voltase dan cenderung konstan setelah mencapai voltase maksimum. Hal ini terjadi karena elektron (e^-) yang dialirkan akan meningkat seiring bertambahnya voltase dan cenderung konstan setelah zat warna telah terdegradasi (Subekti, 2012). Selain itu voltase pada proses ini mempengaruhi kerja dari elektrolisis, semakin besar voltase maka proses degradasi akan semakin cepat tetapi tidak berpengaruh pada hasil degradasi jika sudah mencapai titik optimal. Berdasarkan uji variasi voltase 3; 4,5; 6 dan 7,5 pada elektrodekolorisasi *Indigosol Golden*

Yellow IRK didapatkan voltase maksimum pada 6 V sebesar 87,28%.

c. *Penentuan Waktu Optimum pada Proses Degradasi Zat Warna Indigosol Golden Yellow IRK*

Waktu optimum adalah waktu yang diperlukan untuk dekolorisasi *Indigosol Golden Yellow IRK* secara optimal. Penentuan waktu optimum dilakukan berdasarkan voltase optimum, jarak elektroda, dan pH optimum didapat dari penelitian sebelumnya oleh Nugroho (2013), proses elektrolisis dilakukan dengan variasi waktu 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 menit. Grafik hubungan antara variasi waktu dengan persentase dekolorisasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Hubungan Waktu dengan Persentase Dekolorisasi

Dari data tersebut didapat waktu optimal pada 5 menit dengan persentase sebesar 95,63%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa persentase dekolorisasi menggunakan elektroda PbO_2 dengan grafit mendapatkan nilai lebih besar dengan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan elektrodecolorisasi menggunakan elektroda grafit dengan grafit yang telah dilakukan oleh Nugroho (2013) dengan persentase penurunan sebesar 90% selama 30 menit. Hasil dekolorisasi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan PbO_2 sebagai anoda dikombinasikan dengan elektroda yang bersifat *inert* memberikan hasil yang efektif pada proses elektrodecolorisasi. Hal tersebut dapat disebabkan karena beberapa faktor antara lain :

- a. PbO_2 mampu membentuk suatu radikal pada proses elektrolisis karena bereaksi dengan air.
- b. Interaksi PbO_2 juga menghasilkan elektron sehingga meningkatkan kerja elektrolisis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Voltase optimum elektrodecolorisasi zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK* menggunakan elektroda PbO_2 dengan grafit adalah 6 volt serta Waktu optimum elektrodecolorisasi zat warna *Indigosol Golden Yellow IRK* menggunakan elektroda PbO_2 dengan grafit adalah 5 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Keenan, C.W., D.C Kleinfelter, and J.H Wood, *Universitas*, Erlangga, Jakarta, 1984
- Khopkar, S,M, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, UI press, Jakarta, 1990
- Kong, J., Shi, S., Kong L., Zhua, X., and Ni, J., *Preparation and Characterization of PbO_2 Electrodes Doped With Different Rare Earth Oxides*, vol, 53, *Elektrochimica Acta*,2048-2054, 2007

- Millatina, Futya, *Studi Optimasi Elektrodekolorisasi Zat Warna Rodamin B Menggunakan Elektroda PbO₂*. Skripsi Jurusan MIPA, Fakultas Sains dan Teknik, UNSOED, Purwokerto, 2011
- Nirmasari Asty Dwi, *Pengaruh pH Terhadap Elektrodekolorisasi Zat Warna Remazol Black B Dengan Elektroda Pbo₂*, semarang, UNDIP, 2008
- Nugroho, S, *Elektrodegradasi Indigosol Golden Yellow IRK dalam Limbah Batik dengan Elektroda Grafit*. Skripsi Jurusan Kimia FMIPA, UNES, Semarang, 2013
- Sires, Low C.T.J., Ponce-de-Leon, and Walsh, F.C., *The Characterisation of PbO₂-Coated Electrodes Prepared from Aqueous Methanesulfonic Acid Under Controlled Deposition Conditions*, vol. 55, *Electrochimica Acta*, 2163-217, 2010
- Subekti, Danang, *Studi Degradasi Zat Warna Rhodamin B dengan Metode Elektrodekolorisasi Menggunakan Elektroda PbO₂/Pb*, Skripsi, Jurusan Kimia, FMIPA UNSOED, Purwokerto, 2012
- Widodo, D.S., Gunawan dan W.A. Kristanto. *Elektroremediasi Perairan Tercemar: Penggunaan Grafit Pada Elektrodekolorisasi Larutan Remazol Blak B*. Semarang: FMIPA Universitas Diponegoro, 2012
- Yuliawati , Ika, Futya Millatina, Naila Faradisa, *Elektrodegradasi Indigosol Golden Yellow IRK dalam Limbah Batik dengan Elektroda PbO₂ dan Pb*, Polban, Bandung, 2015