

Degradasi Zat Warna Direk Merah Secara Elektrolisis

Electrolysis Of Red Direc Dye Degradation

Ghatien Rosigita, Nur Hazlina, Nila Choirunayli, Regina Purwita Sari, Dini Novita Mayang Pangastuti, Sri Lestari*

Program Studi Sarjana Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman, Jalan Penajam-Muara Pahu Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123, Ide

*Corresponding Author : sri_les_tari1970@yahoo.co.id

Received: 25 Juni 2023, Accepted: 08 Agustus 2023

ABSTRACT

Direct dyes are synthetic dyes of the azo group which can quickly absorb on cellulose fibers and are capable of producing long-lasting quality printing dyes, so they are widely used in the textile industry. However, the waste originating from the dyeing process containing synthetic dyes is difficult to degrade naturally so it will cause environmental pollution. This study aims to degrade red direct dyes by electrolysis using PbO₂/Pb electrodes from used batteries. This research was carried out by electrolyzing red direct dye solutions at various work potentials, variations in Na₂SO₄ concentrations, variations in electrolysis time, and variations in concentrations of red direct dyes. The absorbance of the direct dye solution before and after electrolysis was measured using a UV-VIS spectrophotometer at a wavelength of 550 nm. The results showed that the optimum working potential was 8 volts, the optimum concentration of 0,2 M Na₂SO₄ and the optimum electrolysis time was 65 minutes. At the optimum working potential, time and concentration of Na₂SO₄, an increase in the red direct solution concentration will decrease the percentage of decolorization.

Keywords : *degradation, red direct, electrolysis*

PENDAHULUAN

Industri tekstil sarung tenun di Samarinda Kalimantan Timur semakin berkembang pesat, namun berkembangnya industri tekstil sarung tenun Samarinda juga disertai dengan meningkatnya limbah cair yang dihasilkan. Limbah cair yang dihasilkan dari industri tekstil berasal dari proses pewarnaan yang mengandung pewarna sintetik dan sulit didegradasi secara alami [1].

Apabila limbah cair dibuang tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu maka akan menyebabkan pencemaran air di wilayah industri tersebut sehingga dapat membahayakan bagi kehidupan lingkungan di sekitarnya [2]. Sekitar 15% dari total produksi zat warna di dunia digunakan oleh industri tekstil dan limbahnya dibuang di lingkungan. Dampak pencemaran air yang dapat dilihat adalah warna air menjadi keruh dan beraroma busuk yang menyengat.

Salah satu zat warna yang digunakan dalam industri tekstil sarung tenun Samarinda adalah direk merah. Kelebihan dari zat warna direk adalah pilihan warnanya yang lengkap, harga relatif murah, kualitas pewarnaan yang cukup baik, dan mudah didapat [3]. Upaya penanganan limbah zat warna industri tekstil telah banyak dilakukan menggunakan beberapa macam metode, antara lain adsorpsi, koagulasi, dan elektrolisis. Pada metode adsorpsi dan koagulasi diperlukan waktu yang lama dan menyisakan residu zat warna pada padatan sehingga diperlukan penanganan lebih lanjut terhadap padatan yang dihasilkan. Sedangkan pada metode elektrolisis lebih efisien dan dapat mereduksi limbah zat warna tanpa menghasilkan limbah baru [4].

Elektrodekolorisasi adalah suatu metode degradasi zat warna yang lebih efektif, efisien dan murah. Metode elektrodekolorisasi merupakan suatu proses elektrokimia untuk menghilangkan zat warna dengan menggunakan arus listrik searah. Katoda sel

elektrokimia ini adalah batang karbon yang berasal dari baterai bekas dan anoda besi [5]. Beberapa penelitian telah membuktikan efektivitas dari penggunaan metode elektrokolorisasi dalam mendegradasi zat warna. Metode elektrokolorisasi dapat digunakan untuk mendegradasi zat warna Timol Biru hingga 100%, metode elektrokolorisasi untuk mendegradasi zat warna rektofix merah. Hasil penelitian membuktikan metode elektrokolorisasi dapat mendegradasi zat warna proksion merah mx-8b hingga 98,58% [5].

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mendegradasi zat warna direk merah secara elektrolisis dengan menggunakan elektroda PbO_2/Pb yang berasal dari aki bekas.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan yaitu adaptor, elektroda PbO_2/Pb dari aki bekas, gelas kimia, kaca arloji, labu ukur, neraca analitik, penjepit tabung reaksi, pipet ukur, spatula, spektrofotometer UV-Vis, dan *stopwatch*.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu akuades, padatan Na_2SO_4 , dan zat warna direk merah.

Prosedur Penelitian

Penentuan Panjang Gelombang

Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan mengukur besarnya absorbansi larutan zat warna direk merah 25 mg/L pada panjang gelombang 500 hingga 600 nm. Perlakuan dilakukan dengan cara *scanning* panjang gelombang menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Data panjang gelombang dengan absorbansi tertinggi pada daerah tampak menunjukkan panjang gelombang maksimum yaitu pada 550 nm.

Variasi Potensial Kerja

Larutan zat warna merah 25 mg/L sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia. Larutan ditambahkan Na_2SO_4 hingga konsentrasi 0,1 M dan dilakukan elektrokolorisasi pada potensial 4 Volt selama 15 menit. Larutan sebelum dan sesudah elektrokolorisasi diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Langkah tersebut diulang dengan variasi potensial kerja 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11 dan 12 V. Pada masing-masing variasi ditentukan persen dekolorisasinya.

Variasi konsentrasi Na_2SO_4

Larutan zat warna merah 25 mg/L sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia. Larutan diaduk hingga homogen dan dilakukan elektrokolorisasi pada potensial kerja optimum. Larutan sebelum dan sesudah elektrokolorisasi diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Langkah tersebut diulang dengan penambahan Na_2SO_4 dengan variasi konsentrasi 0,05 ; 0,1 ; 0,2 dan 0,3 M. Pada masing-masing variasi ditentukan persen dekolorisasinya.

Variasi Waktu Elektrolisis

Larutan zat warna merah 25 mg/L sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia. Larutan ditambahkan Na_2SO_4 dengan konsentrasi optimum. Larutan diaduk hingga homogen dan dilakukan elektrokolorisasi pada potensial kerja optimum selama 15 menit. Larutan sebelum dan sesudah elektrokolorisasi diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Langkah tersebut diulang dengan variasi waktu 30, 45, dan 65 menit. Pada masing-masing variasi ditentukan persen dekolorisasinya.

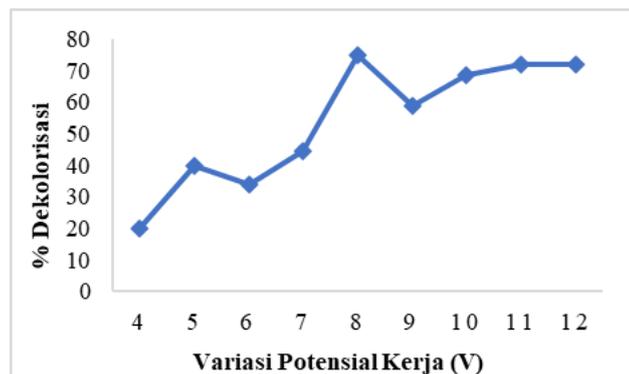
Variasi Konsentrasi Awal Zat Warna Direk Merah

Larutan zat warna merah 10 mg/L sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia. Larutan ditambahkan Na_2SO_4 dengan konsentrasi optimum. Larutan diaduk hingga homogen dan dilakukan elektrokolorisasi selama waktu optimum. Larutan sebelum dan sesudah elektrokolorisasi diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Langkah tersebut diulang dengan variasi konsentrasi zat warna merah 20, 30, 40, 50 dan 75 mg/L. Pada masing-masing variasi ditentukan persen dekolorisasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Potensial Kerja

Penentuan potensial kerja dilakukan untuk mengetahui kisaran potensial kerja optimum yang diperlukan untuk mengelektrolisis zat warna direk merah. Penentuan potensial kerja optimum dilakukan dengan membuat variasi potensial kerja. Variasi potensial kerja yang digunakan yaitu 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11 dan 12 V.



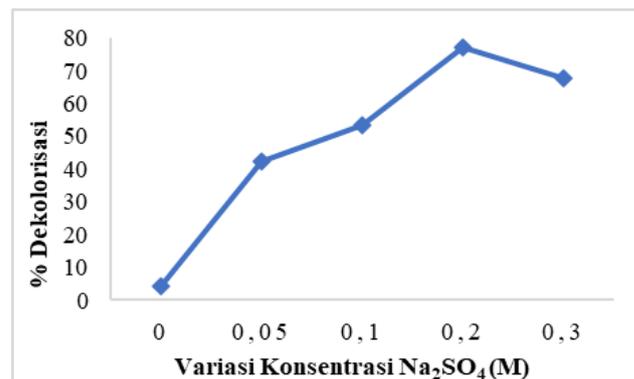
Gambar 1. Grafik hubungan antara variasi potensial kerja dengan persentase dekolorisasi

Nilai absorbansi larutan sampel zat warna direk merah setelah dilakukan elektrodokolorisasi berturut-turut sebesar 0,287; 0,216; 0,237; 0,199; 0,090; 0,147; 0,113; 0,100; dan 0,101. Persen dekolorisasi dari masing-masing variasi secara berturut-turut sebesar 19,83%; 39,67%; 33,80%; 44,41%; 74,86%; 58,94%; 68,44%; 72,07%; dan 71,79%.

Gambar 1 menunjukkan bahwa potensial kerja optimum untuk elektrolisis zat warna direk merah adalah 8 volt. Elektrolisis pada potensial kerja optimum ini menghasilkan degradasi warna yang tinggi pada zat warna direk merah dengan 74,86% warna terdegradasi setelah 15 menit elektrolisis. Potensial kerja menggambarkan tingkat energi yang setara dengan energi yang diperlukan untuk berlangsungnya proses reduksi dan oksidasi. Besarnya potensial kerja ini tergantung pada komposisi elektrolit pendukung dan sifat intrinsik dari elektroda [6].

Penentuan Konsentrasi Na_2SO_4

Pada penentuan konsentrasi optimum Na_2SO_4 yang digunakan dalam dekolorisasi sampel zat warna direk merah, dilakukan elektrolisis selama 15 menit pada potensial kerja optimum dengan variasi konsentrasi Na_2SO_4 0 M; 0,05 M; 0,1 M; 0,2 M; dan 0,3 M. Absorbansi larutan sampel setelah elektrodokolorisasi tiap variasi konsentrasi Na_2SO_4 berturut-turut adalah 0,415; 0,251; 0,203; 0,099; dan 0,141. Sedangkan persen dekolorisasi untuk variasi konsentrasi Na_2SO_4 0 M; 0,05 M; 0,1 M; 0,2 M; dan 0,3 M secara berturut-turut yaitu 4,38%; 42,16%; 53,22%; 77,19%; dan 67,51%. Grafik hubungan variasi konsentrasi Na_2SO_4 dengan persentase dekolorisasi tersaji pada Gambar 2.



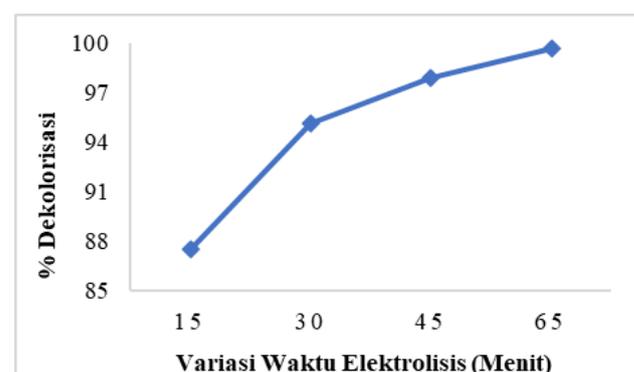
Gambar 2. Grafik hubungan antara variasi konsentrasi Na_2SO_4 dengan persentase dekolorisasi

Gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi optimum Na_2SO_4 adalah 0,2 M dengan persen dekolorisasi sebesar 77,19%. Na_2SO_4 berfungsi sebagai elektrolit pendukung dengan tujuan membantu proses transfer elektron selama proses elektrolisis berlangsung dan menjaga daya hantar sistem agar selalu konstan [6].

Penentuan Waktu Elektrolisis

Penentuan waktu optimum elektrolisis dilakukan dengan menggunakan variasi waktu 0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 65 menit. Tujuan variasi waktu elektrolisis adalah untuk menentukan waktu minimum yang diperlukan untuk dekolorisasi semua zat warna dalam larutan sampel. Masing-masing variasi waktu elektrolisis dilakukan pada potensial kerja optimum yaitu 8 volt serta konsentrasi optimum Na_2SO_4 yaitu 0,2 M.

Absorbansi larutan sampel dari setiap variasi waktu secara berturut-turut adalah 0,329; 0,041; 0,016; 0,007; dan 0,001. Adapun persentase dekolorisasi untuk variasi 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 65 menit secara berturut-turut adalah 87,54%; 95,14%; 97,87%; dan 99,70%. Grafik hubungan variasi waktu terhadap persen dekolorisasi tersaji pada Gambar 3.

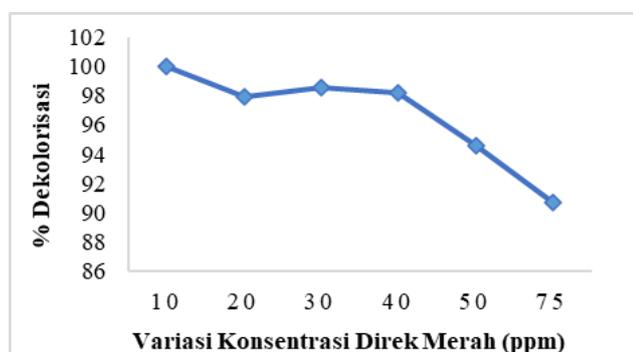


Gambar 3. Grafik hubungan antara persentase dekolorisasi terhadap variasi waktu elektrolisis

Berdasarkan hasil penelitian, proses elektrolisis selama 65 menit mampu menurunkan zat warna hampir 100%.

Variasi Konsentrasi Awal Zat Warna Direk Merah

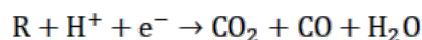
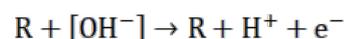
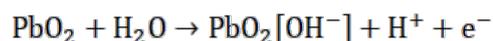
Pada perlakuan variasi konsentrasi awal zat warna direk, digunakan beberapa konsentrasi yang berbeda. Dalam penelitian ini variasi konsentrasi yang digunakan sebesar 10 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L, 40 mg/L, 50 mg/L, dan 75 mg/L. Pada variasi ini digunakan konsentrasi optimum Na_2SO_4 sebesar 0,2 M dan dielektrolisis dengan waktu optimum selama 65 menit dengan potensial kerja sebesar 8 volt. Hasil penelitian menunjukkan persentase dekolorisasi variasi 10 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L, 40 mg/L, 50 mg/L, dan 75 mg/L secara berturut-turut adalah sebesar 100%; 97,97%; 98,60%; 98,24%; 94,58%; dan 90,70% seperti ditunjukkan dalam Gambar 4. Semakin tinggi konsentrasi maka persen dekolorisasi semakin menurun.



Gambar 4. Grafik hubungan antara persentase dekolorisasi terhadap variasi konsentrasi zat warna direk merah

Proses degradasi zat warna secara elektrolisis atau elektrokolorisasi merupakan metode alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan pencemaran zat warna. Kelebihan dari metode ini adalah tidak memberikan cemaran tambahan terhadap lingkungan serta tidak memerlukan proses analisa yang rumit.

Menurut Widayanti dkk [7], penggunaan PbO_2 sebagai anoda menyebabkan PbO_2 menghasilkan hidroksil radikal yang berasal dari pemecahan air oleh anoda. Radikal hidroksil tersebut akan mengoksidasi senyawa organik dan zat warna menghasilkan senyawa yang lebih sederhana (CO_2 , H_2O , dan produk lain) dengan reaksi sebagai berikut:



Dengan R adalah substrat organik yang mengandung C, H, O, dan lainnya. Jika proses oksidasi berlangsung sempurna maka CO akan teroksidasi lebih lanjut menjadi CO_2 .

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait degradasi zat warna direk merah secara elektrolisis menggunakan elektroda PbO_2/Pb , diperoleh persentase dekolorisasi 100 mL larutan sampel zat warna direk merah 25 mg/L dengan konsentrasi Na_2SO_4 0,2 M dan potensial kerja 8 volt selama 65 menit sebesar 99,70%. Kenaikan konsentrasi awal larutan direk merah akan menurunkan persen dekolorisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bachtiar, I. dan Widodo, D. S. (2015). Elektrokolorisasi limbah cair pabrik tekstil di wilayah Semarang dengan elektroda PbO_2/Pb . *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 18(3): 85-90.
- [2] Mustika, S., Haris, A., dan Prasetyo, N. B. A. (2013). Kajian metode elektrofotokatalisis, elektrolisis, dan fotokatalisis pada dekolorisasi larutan zat warna remazol black B yang mengandung ion logam Cu^{2+} . *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 16(1): 17-22.
- [3] Santoso, R.E., Josef, A. I., Afanti, T. B., Sarwanto, dan Utami, L. A. (2022). Pewarnaan menggunakan zat warna direk dengan pengental dalam pembuatan kain tritik. *Jurnal Brikolase Online*, 14(2): 84-97.
- [4] Widodo, D.S., Ismiyanto, I. dan Noorikhlas, F. (2009). Elektromediasi perairan tercemar: Elektrokolorisasi larutan remazol black B dengan elektroda timbal dioksida/karbon dan analisis larutan sisa dekolorisasi. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 12(1): 1-6.
- [5] Triavia, I., Widodo, D. S., dan Haris, A. (2016). Elektrokolorisasi limbah cair zat warna batik di Kota Solo dengan elektroda PbO_2/Cu . *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 19(1): 11-14.
- [6] Kusuma, A.R., dan Widodo, D.S. (2014). Elektrokolorisasi limbah cair batik di Pekalongan dengan elektroda PbO_2/Cu . *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 17(3): 57-61.

- [7] Widayanti, G., Widodo, D. S., dan Haris, A. (2012). Elektrodekolorisasi perairan tercemar limbah cair industri batik dan tekstil di daerah Batang dan Pekalongan. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi, 15(2): 62-69.*