

## **Penghilangan Zat Warna Tekstil Remazol Blue (RS)P Dengan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Logam Besi**

### ***Remazol Blue (RS) P Textile Dye Removal Using Electrocoagulation Method With Iron Metal Electrodes***

**Suseno<sup>1\*</sup>, Argoto Mahayana<sup>2</sup>, Petrus Darmawan<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Analis Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi,  
Jln. Letjen Sutoyo-Mojosongo Surakarta-57127 Telp. 0271-852578

\*Corresponding Author : [pakseno67@gmail.com](mailto:pakseno67@gmail.com)

**ABSTRAK** : Telah dilakukan percobaan penghilangan zat warna tekstil remazol blue (RS)P dengan metode elektrokoagulasi menggunakan elektroda logam besi. Alat elektrokoagulasi terdiri dari bak plastik dengan ukuran (p x l x t) = 20 x 20 x 25 cm yang dilengkapi dengan pengaduk elektrik dan 3 pasang elektroda logam besi dengan garis tengah 12 mm dan panjang 120 mm. Logam besi yang digunakan adalah batang besi beton SNI yang biasa digunakan untuk konstruksi bangunan. Percobaan penghilangan zat warna ini dilakukan menggunakan sistem *batch* (tidak kontinyu) dengan variasi waktu pengadukan 15, 30, 45, dan 60 menit, sedangkan variabel lainnya dibuat tetap yaitu konsentrasi zat warna 100,24 mg/liter, elektrolit NaCl 4,12 g/liter, voltase 12 V, dan kecepatan pengadukan 250 rpm. Larutan zat warna sebelum dan sesudah proses elektrokoagulasi diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum, untuk menentukan persentase penurunan absorbansinya. Hasil percobaan menunjukkan bahwa persentase penurunan absorbansi terbesar adalah 98,31 %, tercapai pada waktu kontak 45 menit. Penelitian ini membuktikan bahwa metode elektrokoagulasi menggunakan elektroda logam besi dapat digunakan sebagai alternatif metode pengolahan limbah khususnya dalam hal menghilangkan pewarna dalam limbah cair industri tekstil.

**Kata kunci** : Elektrokoagulasi, Rhemazol blue (RS)P, sistem *batch*, spektrofotometer UV-Vis

**ABSTRACT** : An experiment removed of remazol blue (RS) P textile dye has been carried out using the electrocoagulation method with iron metal electrodes. The electrocoagulation apparatus consists of a plastic tub with a size (w x l x h) = 20 x 20 x 25 cm equipped with an electric stirrer and 3 pairs of iron metal electrodes with a diameter of 12 mm and a length of 120 mm. The iron used is SNI concrete iron rods which are commonly used for building construction. This dye removal experiment was carried out using a batch system (not continuous) with a variation of stirring time of 15, 30, 45, and 60 minutes, while the other variables are made fixed, namely the dye concentration of 100.24 mg / liter, electrolyte NaCl 4.12 g / liter, voltage 12 V, and stirring speed 250 rpm. The absorbance of the dye solution before and after the electrocoagulation process was measured using a UV-Vis spectrophotometer at the maximum wavelength, to determine the percentage of absorbance reduction. The results showed that the largest percentage reduction in absorbance was 98.31%, which was achieved at 45 minutes of contact time. This study proves that the electrocoagulation method using ferrous metal electrodes can be used as an alternative method of waste treatment, especially in terms of removing dyes in textile industrial wastewater.

**Keywords** : Batch system, electrocoagulation, Rhemazol blue (RS) P, UV-Vis spectrophotometer

---

## 1. PENDAHULUAN

Penghilangan warna pada limbah cair industri tekstil dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, antara lain metode fisika, fisikokimia dan biologi. Metode fisika misalnya filtrasi dan adsorpsi dapat digunakan untuk menghilangkan warna pada limbah, namun mempunyai kelemahan yaitu dibutuhkan biaya yang mahal. Hal itu disebabkan karena pada metode ini perlu dilakukan proses regenerasi terhadap material filter maupun adsorben, selain itu metode ini pada prinsipnya hanyalah perubahan fasa zat warna dari fasa cair dalam bentuk larutan menjadi fasa padat yang terikat pada material filter atau adsorben (Fourcade *et al.*, 2013).

Metode fisikokimia misalnya koagulasi menggunakan bahan kimia juga dapat digunakan untuk menghilangkan zat warna pada limbah cair industri tekstil, namun mempunyai kelemahan yaitu hanya efektif untuk zat warna dengan kadar rendah. Selain itu pada metode ini memerlukan penambahan bahan kimia tertentu yang biasanya mengandung loga berat dan akan dihasilkan lumpur yang mengandung zat warna maupun material adsorben yang memerlukan perlakuan lebih lanjut (Kariyajanavar *et al.*, 2010).

Metode biologi khususnya mikrobiologi juga dapat digunakan untuk menghilangkan zat warna pada limbah cair industri tekstil. Metode ini menarik karena penghilangan zat warna dengan metode mikrobiologi tidak hanya melokalisir zat

warna seperti pada metode fisika dan fisikokimia, tetapi terjadi proses degradasi zat warna menjadi molekul yang lebih sederhana. Proses degradasi ini biasanya terjadi dengan melibatkan reaksi oksidasi dan reduksi. Namun demikian metode ini mempunyai kelemahan, antara lain adalah efisiensinya rendah untuk zat warna reaktif dengan ikatan ( -N=N- ) dalam kondisi aerobik, disamping itu proses pengolahannya memerlukan waktu yang lama (Aquino *et al.*, 2010).

Metode lain untuk penghilangan zat warna tekstil yang masih terus dikembangkan adalah metode elektrokimia, salah satunya adalah metode elektrokoagulasi. Banyak penelitian yang mempelajari metode tersebut, antara lain oleh : Bensalah and Abdel-Wahab, 2010; Gomes *et al.*, 2011; Kariyajanavar *et al.*, 2011; Kusmierek *et al.*, 2011; Méndez-Martínez *et al.*, 2012; Rajkumar and Muthukumar, 2012; Uliana *et al.*, 2012; Canan *et al.*, 2013; Jović *et al.*, 2013; Azarian *et al.*, 2014; Bazrafshan and Mahvi, 2014 dan Alizadeh *et al.*, 2015.

Metode elektrokoagulasi mempunyai keunggulan dibandingkan dengan metode – metode yang lain, yaitu lebih ekonomis karena hanya menggunakan sedikit waktu dan tidak perlu penambahan koagulan bahan kimia. Dalam metode elektrokoagulasi ini zat warna diadsorpsi oleh senyawa hidroksida logam hasil dari proses elektrokoagulasi (Camcioglu, *et al.*, 2014).

Penghilangan zat warna secara elektrokoagulasi pada penelitian ini menggunakan logam besi yang biasa digunakan untuk konstruksi bangunan sebagai anoda dan katoda, dengan demikian biaya dapat diminimalkan. Metode ini melibatkan proses elektrokimia dan proses koagulasi maka kemudian disebut metode elektrokoagulasi.

Tujuan penelitian ini adalah melakukan penghilangan zat warna tekstil Remazol Blue (RS)P dan menentukan waktu kontak optimum dengan metode elektrokoagulasi menggunakan elektroda logam besi.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium, yaitu proses penghilangan zat warna tekstil Remazol Blue (RS)P menggunakan metode elektrokimia khususnya metode elektrokoagulasi.

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1280), adaptor ( Dakai 30 ampere), bejana elektrokoagulasi (bak plastik dengan ukuran (p x l x t) = 20 x 20 x 25 cm, pengaduk elektrik (hasil modifikasi kipas angin), elektroda besi (garis tengah 12 mm dan panjang 120 mm), neraca analitik (Mettler Toledo ME204E).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah zat warna tekstil Remazol blue RSP (Merck, ACS Reagent),

Kristal NaCl ( Merck, ACS Reagent), Akuades.

### 2.2 Prosedur

#### 2.2.1. Pembuatan larutan Remazol Blue (RS)P

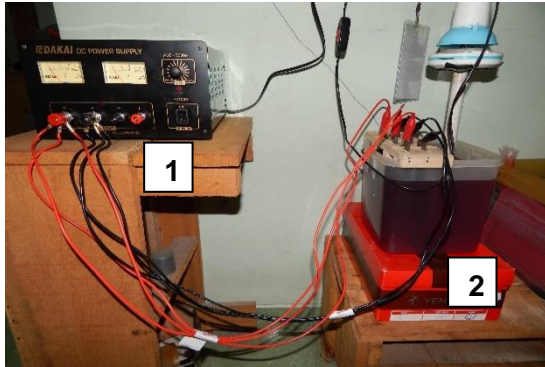
Zat warna Remazol Blue (RS)P sebanyak 200,48 mg dimasukkan ke dalam labu takar 2 liter dan dilarutkan dengan akuades secukupnya. Kristal NaCl sebanyak 8,24 gram dimasukkan ke dalam labu takar 2 liter tersebut dan digojog sampai semua NaCl larut, setelah itu ditambahkan akuades sampai tanda batas dan selanjutnya dihomogenkan. Larutan ini mengandung Remazol Blue (RS)P dengan konsentrasi 100,24 ppm dan NaCl 4,12 g/liter.

#### 2.2.2. Proses penghilangan zat warna tekstil Remazol Blue (RS)P.

Bejana elektrokoagulasi diisi dengan larutan zat warna Remazol Bue (RS)P sampai pada batas pengisian bejana ( 5 cm dari permukaan bejana). Tiga pasang elektroda besi yang sudah dihubungkan dengan adaptor dimasukkan ke dalam bejana elektrokoagulasi, disamping itu juga dimasukkan pengaduk elektrik. *Voltase output adaptor* diatur pada 12 volt, setelah itu pengaduk elektrik dan adaptor dihidupkan. Waktu kontak / lamanya proses elektrokoagulasi dihitung dari saat adaptor dihidupkan.

Proses elektrokoagulasi ini dilakukan dalam 4 variasi waktu kontak yaitu 15, 30, 45, dan 60 menit. Setelah itu dilakukan pengukuran absorbansi larutan Remazol Blue (RS)P sebelum dan sesudah proses

elektrokoagulasi. Pengukuran absorbansi ini dilakukan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 595 nm. Susunan alat elektrokoagulasi disajikan pada gambar 1.



Keterangan :

1. Adaptor
2. Bejana elektrokoagulasi, di dalamnya terdapat 3 pasang elektroda besi, larutan zat warna dan pengaduk elektrik

**Gambar 1. Susunan alat elektrokoagulasi**

### 2.3. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini adalah analisis data kuantitatif yaitu menghitung persentase penurunan absorbansi larutan zat warna Remazol Blue (RS)P. Persentase penurunan absorbansi dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

Penurunan absorbansi (%) =

$$\frac{Abs_{sbl} - Abs_{ssd}}{Abs_{sbl}} \times 100\%$$

Keterangan :

$Abs_{sbl}$  = Absorbansi sebelum proses elektrokoagulasi

$Abs_{ssd}$  = Absorbansi sesudah proses elektrokoagulasi

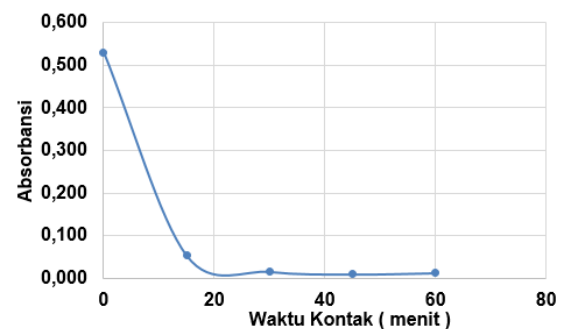
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data besarnya absorbansi pada berbagai waktu kontak (lamanya proses elektrokoagulasi) disajikan dalam Tabel 1 sebagai berikut :

**Tabel 1. Harga absorbansi pada variasi waktu kontak**

| Waktu kontak (menit) | Absorbansi pada $\lambda$ 595 nm |
|----------------------|----------------------------------|
| 0                    | 0,531                            |
| 15                   | 0,053                            |
| 30                   | 0,015                            |
| 45                   | 0,009                            |
| 60                   | 0,012                            |

Tabel 1 tersebut dapat disajikan dalam bentuk kurva yang disajikan pada gambar 2 sebagai berikut



**Gambar 2. Kurva waktu kontak vs absorbansi**

Tabel 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak absorbansi semakin kecil, hal itu menunjukkan bahwa semakin banyak zat warna Remazol Blue (RS)P yang terdegradasi. Absorbansi setelah waktu kontak 45 menit cenderung konstan, hal itu menunjukkan bahwa mulai waktu kontak 45 menit penghilangan zat warna Remazol

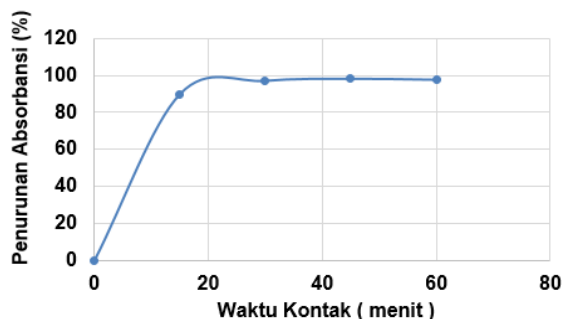
Blue (RS)P sudah mencapai kondisi optimal.

Setelah dilakukan perhitungan didapatkan hasil persentase penurunan absorbansi zat warna Remasol Blue (RS)P yang disajikan pada tabel 2.

**Tabel 2. Persentase penurunan absorbansi larutan zat warna Remasol Blue (RS)P pada variasi waktu kontak**

| WAKTU kontak (menit) | Penurunan Absorbansi (%) |
|----------------------|--------------------------|
| 0                    | 0                        |
| 15                   | 90,02                    |
| 30                   | 97,18                    |
| 45                   | 98,31                    |
| 60                   | 97,74                    |

Tabel 2 tersebut dapat disajikan dalam bentuk kurva sebagai berikut :



**Gambar 3. Kurva waktu kontak vs penurunan absorbansi**

Tabel 2 dan gambar 3 menunjukkan bahwa persentase penurunan absorbansi semakin besar dengan bertambahnya waktu kontak. Mulai waktu kontak 45 menit persentase penurunan absorbansi cenderung konstan, hal itu menunjukkan bahwa mulai waktu kontak 45 menit persentase penurunan absorbansi zat

warna Remasol Blue (RS)P sudah mencapai kondisi optimal. Hukum Lambert-beer menyatakan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi yang dinyatakan dengan persamaan  $A = \epsilon \cdot b \cdot c$ . Berdasarkan persamaan tersebut maka dapat dinyatakan bahwa semakin turun absorbansi larutan zat warna Remasol Blue (RS)P, maka konsentrasinya juga semakin kecil. Sejalan dengan hal tersebut, maka semakin tinggi persentase penurunan absorbansi, maka semakin tinggi pula persentase zat warna yang dihilangkan. Penghilangan zat warna ini terjadi karena zat warna diadsorpsi oleh senyawa  $Fe(OH)_2$  dan atau  $Fe(OH)_3$  hasil dari proses elektrokoagulasi. Menurut data pada tabel 2, dapat diketahui bahwa persentase penghilangan zat warna Remasol Blue (RS)P paling tinggi tercapai pada waktu kontak 45 menit. Setelah waktu kontak 45 menit persentase penurunan adsorbansi sedikit berkurang, hal ini disebabkan karena absorbansi meningkat akibat dari terbentuknya koloid dari endapan hidroksida logam.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa waktu kontak optimum penghilangan zat warna Remasol Blue (RS)P adalah 45 menit dengan persentase penghilangan zat warna adalah 98,31 %.

#### 4. KESIMPULAN

Waktu kontak optimum penghilangan zat warna Remasol Blue (RS)P adalah 45

menit dengan persentase penghilangan zat warna sebesar 98,31 %.

*Environmental Quality: An International Journal*, 24(4), 452-462.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alizadeh, M., Ghahramani, E., Zarrabi, M., & Hashemi, S. (2015). Efficient Decolorization of Methylene Blue by Electro-coagulation Method: Comparison of Iron and Aluminum Electrode. *Iran. J. Chem. Chem. Eng. Vol*, 34(1).
- Aquino, J. M., Rocha-Filho, R. C., Bocchi, N., & Biaggio, S. R. (2010). Electrochemical degradation of the reactive red 141 dye on a  $\beta$ -PbO<sub>2</sub> anode assessed by the response surface methodology. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 21(2), 324-330.
- Azarian, G., Nematollahi, D., Rahmani, A. R., Godini, K., Bazdar, M., & Zolghadnasab, H. (2014). Monopolar Electro-Coagulation Process for Azo Dye CI Acid Red 18 Removal from Aqueous Solutions. *Avicenna J Environ Health Eng*. 1(1):e354.
- Bazrafshan, E., & Mahvi, A. H. (2014). Textile Wastewater Treatment by Electrocoagulation Process using Aluminum Electrodes. *Iranian journal of health sciences*, 2(1), 16-29.
- Bensalah, N., & Abdel-Wahab, A. (2010). Electrochemical Treatment of Synthetic and Actual Dyeing Wastewaters Using BDD Anodes. *Air, soil and water research*, 3, 45.
- Camcioglu, S., Canan Pekel, L., Polat, K., & Hapoglu, H. (2014). Experimental design of wastewater treatment with electro-coagulation. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 25(1), 86-95.
- Canan Pekel, L., Ertunc, S., Zeybek, Z., & Alpbaz, M. (2013). Optimization of electrochemical treatment of textile dye wastewater. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 24(4), 452-462.
- Fourcade, F., Delawarde, M., Guihard, L., Nicolas, S., & Amrane, A. (2013). Electrochemical reduction prior to electro-Fenton oxidation of azo dyes: impact of the pretreatment on biodegradability. *Water, Air, & Soil Pollution*, 224(1), 1-11.
- Gomes, L., Miwa, D. W., Malpass, G. R., & Motheo, A. J. (2011). Electrochemical degradation of the dye reactive orange 16 using electrochemical flow-cell. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 22(7), 1299-1306.
- Jović, M., Stanković, D., Manojlović, D., Anđelković, I., Milić, A., Dojčinović, B., & Roglić, G. (2013). Study of the electrochemical oxidation of reactive textile dyes using platinum electrode. *Int. J. Electrochem. Sci*, 8, 168-183.
- Kariyajjanavar, P., Jogtappa, N., & Nayaka, Y. A. (2011). Studies on degradation of reactive textile dyes solution by electrochemical method. *Journal of hazardous materials*, 190(1), 952-961.
- Kariyajjanavar, P., Narayana, J., Nayaka, Y. A., & Umanaik, M. (2010). Electrochemical degradation and cyclic voltammetric studies of textile reactive azo dye cibacron navy WB. *Portugaliae Electrochimica Acta*, 28(4), 265-277.
- Kusmierek, E., Chrzescijanska, E., Szadkowska-Nicze, M., & Kaluzna-Czaplinska, J. (2011). Electrochemical discolouration and degradation of reactive dichlorotriazine dyes: reaction pathways. *Journal of Applied Electrochemistry*, 41(1), 51-62.
- Méndez-Martínez, A. J., Dávila-Jiménez, M. M., Ornelas-Dávila, O., Elizalde-González, M. P., Arroyo-Abad, U., Sirés, I., & Brillas, E. (2012). Electrochemical reduction and

oxidation pathways for Reactive Black 5 dye using nickel electrodes in divided and undivided cells. *Electrochimica Acta*, 59, 140-149.

Rajkumar, K., & Muthukumar, M. (2012). Optimization of electro-oxidation process for the treatment of Reactive Orange 107 using response surface methodology. *Environmental Science and Pollution Research*, 19(1), 148-160.

Uliana, C. V., Garbellini, G. S., & Yamanaka, H. (2012). Electrochemical reduction of disperse orange 1 textile dye at a boron-doped diamond electrode. *Journal of Applied Electrochemistry*, 42(5), 297-304.