

**DEKOLORISASI LARUTAN *REMAZOL BLACK B* (RBB) DENGAN
ELEKTRODA Pb - PbO₂ DAN Pb - Fe DALAM SISTEM
ELEKTROLIT NaCl DAN Na₂SO₄**



SKRIPSI

**Disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan
Memperoleh gelar sarjana**

**Oleh:
Wildan Saputra
NIM 24030121140157**

**Departemen Kimia
Fakultas Sains dan Matematika
Universitas Diponegoro
Semarang
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Dekolorisasi Larutan *Remazol Black B* (RBB) dengan Elektroda Pb-PbO₂ dan Pb - Fe dalam Sistem Elektrolit NaCl dan Na₂SO₄
Nama : Wildan Saputra
NIM : 24030121140157

Telah diuji dan dinyatakan lulus pada ujian sarjana tanggal 26 Juni 2025.

Semarang, 26 Juni 2025

Pembimbing I



Didik Setiyo Widodo, S.Si., M.Si.
NIP 19700521199903001

Pembimbing II



Prof. Drs. Gunawan, M.Si. Ph.D.
NIP 196408251991031001

Mengetahui,
Ketua Departemen Kimia,



Prof. Adi Darmawan, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP 197305221998021001

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji Syukur panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan berkat dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “Dekolorisasi Larutan *Remazol black B* (RBB) dengan Elektroda Pb-PbO₂ dan Fe dalam Sistem Elektrolit NaCl dan Na₂SO₄”.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Analitik Departemen Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro. Penyelesain riset dan penyusun laporan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Didik Setiyo Widodo S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I.
2. Prof. Drs. Gunawan, M.Si., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II.
3. Dr. Khabibi S.Si., M.Si. selaku Kepala Laboratorium Kimia Analitik Departemen Kimia Universitas Diponegoro.
4. Seluruh dosen dan staff Departemen Kimia Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
5. Bapak, ibu, kakak, dan seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
6. Jessica, Wahyu, Tsabit, Sindy dan Joaquin selaku rekan satu bimbingan, serta teman-teman Laboratorium Kimia Analitik yang telah membantu dalam

kelancaran penelitian ini.

7. Syalaisha Amina Faatihah sebagai pasangan yang selalu memberikan semangat dan motivasi tanpa kenal lelah terhadap penulis.
8. Danish, Malik dan teman teman lain yang selalu bisa memberikan motivasi kepada penulis

Penulis Menyadari bahwa dalam laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun terkait laporan ini sangat penulis harapkan, akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi bidang ilmu terkait.

Semarang, 11 Juni 2025

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Remazol Black B (RBB)	4
II.2 Timbal (Pb).....	5
II.3 Timbal Dioksida (PbO ₂).....	5
II.4 Natrium Klorida (NaCl).....	6
II.5 Elektrolisis.....	6

II.6	Sodium Sulfat (Na_2SO_4)	8
II.7	Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)	8
II.8	Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)	9
II.9	Spektrofotometer UV-Vis.....	10
II.10	Chemical Oxygen Demand (COD)	10
BAB III METODE PENELITIAN		12
III.1	Variabel Penelitian.....	12
III.2	Bahan dan Alat.....	12
III.3	Prosedur Penelitian	13
III.3.1	Pembuatan larutan HCl 0,5 M	13
III.3.2	Pembuatan larutan NaOH 0,5 M	14
III.3.3	Pembuatan larutan Induk Remazol Black B.....	14
III.3.4	Karakterisasi Elektroda Pb-PbO ₂ Menggunakan SEM-EDX	14
III.3.5	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Kalibrasi	14
III.3.6	Optimasi Potensial Aplikasi	15
III.3.7	Optimasi pH Larutan	16
III.3.8	Optimasi Waktu Dekolorisasi	16
III.3.9	Elektrodekolorisasi <i>Remazol black B</i> pada Potensial, pH, dan	

Waktu Optimum	17
III.3.10 Analisis Kandungan Logam Pb Menggunakan AAS	18
III.3.11 Analisis dan Penentuan Nilai COD	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
IV.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Pembuatan Kurva Kalibrasi <i>Remazol black B</i>	20
IV.2 Potensial Aplikasi	22
IV.3 Penentuan pH Terbaik	27
IV.4 Optimasi Waktu Dekolorisasi	30
IV.5 Hasil Analisis Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	35
IV.6 Perbandingan Hasil dari Dekolorisasi dalam Dua Sistem	43
IV.7 Karakterisasi Elektroda Pb, PbO ₂ Dan Fe Menggunakan <i>Scanning Electron Microscope-Energy X-Ray SEM-EDX</i>	46
BAB V PENUTUP	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 : Hasil Analisa COD elektrolisis RBB Pb – PbO ₂ selama 180 menit	45
Tabel IV.2 : Hasil Analisa COD elektrolisis RBB Pb – Fe selama 480 menit	46
Tabel IV.3 Persentase Komposisi Pb yang terkandung secara kuantitatif	47
Tabel IV.4 Persentase komposisi Pb NaCl yang terkandung secara kuantitatif	48
Tabel IV.5 Persentase Komposisi PbO ₂ yang terkandung secara kuantitatif	51
Tabel IV.6 Persentase komposisi PbO ₂ Na ₂ SO ₄ yang terkandung secara kuantitatif	51
Tabel IV.7 Spektrum Energy <i>Dispersive X-ray</i> elektroda Fe sebelum elektrolisis secara kualitatif	55
Tabel IV.8 Persentase komposisi Fe dengan NaCl setelah elektrolisis yang terkandung secara kuantitatif	55
Tabel IV.9 Persentase komposisi Fe dengan Na ₂ SO ₄ setelah elektrolisis yang terkandung secara kuantitatif	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Remazol black B.....	4
Gambar IV.1 Spektra UV-Vis Remazol black B 20 ppm pada kondisi pH 3,5,7, 9 dan 11	20
Gambar IV.2 Kurva kalibrasi larutan Remazol black B pada pH 3.....	21
Gambar IV.3 Kurva kalibrasi larutan Remazol black B pada pH 5.....	21
Gambar IV.4 Kurva kalibrasi larutan Remazol black B pada pH 7	21
Gambar IV.5 Kurva kalibrasi larutan Remazol black B pada pH 9	22
Gambar IV.6 Kurva kalibrasi larutan Remazol black B pada pH 11.....	22
Gambar IV.7 Kurva potensial dekomposisi blanko, Pb- PbO ₂ NaCl pada elektrolisis akuades.....	23
Gambar IV.8 Kurva potensial dekomposisi Pb- PbO ₂ NaCl pada elektrolisis Remazol black B 20 ppm.....	23
Gambar IV.9 Kurva potensial dekomposisi blanko Pb- PbO ₂ Na ₂ SO ₄ pada elektrolisis akuades.....	24
Gambar IV.10 Kurva potensial dekomposisi Pb- PbO ₂ Na ₂ SO ₄ pada	24
elektrolisis Remazol black B 20 ppm	24
Gambar IV.11 Kurva potensial dekomposisi blanko Pb- Fe NaCl pada elektrolisis akuades.....	25
Gambar IV.12 Kurva potensial dekomposisi Pb- Fe NaCl pada elektrolisis Remazol black B 20 ppm.....	25
Gambar IV.13 Kurva potensial dekomposisi blanko Pb- Fe Na ₂ SO ₄ pada elektrolisis akuades.....	26
Gambar IV.14 Kurva potensial dekomposisi Pb- Fe Na ₂ SO ₄ pada elektrolisis Remazol black B 20 ppm.....	26
Gambar IV.15 Kurva hubungan antara pH dengan presentase dekolorisasi Pb- PbO ₂ NaCl 100 mL larutan remazol black B 20 ppm.....	27
Gambar IV.16 Kurva hubungan antara pH dengan presentase dekolorisasi Pb- PbO ₂ Na ₂ SO ₄ 100 mL larutan Remazol black B 20 ppm.....	28

Gambar IV.17 Kurva hubungan antara pH dengan presentase dekolorisasi Pb-Fe NaCl 100 mL larutan Remazol black B 20 ppm	29
Gambar IV.19 Kurva hubungan antara waktu dengan presentase dekolorisasi Pb-PbO ₂ NaCl 100 mL larutan Remazol black B 20 ppm.....	31
Gambar IV.20 Kurva hubungan antara waktu dengan presentase dekolorisasi Pb-PbO ₂ Na ₂ SO ₄ 100 mL larutan Remazol black B 20 ppm	32
Gambar IV.21 Kurva hubungan antara waktu dengan presentase dekolorisasi Pb-Fe NaCl 100 mL larutan Remazol black B 20 ppm	32
Gambar IV.22 Kurva hubungan antara waktu dengan presentase dekolorisasi Pb-Fe Na ₂ SO ₄ 100 mL larutan Remazol black B 20 ppm.....	33
Gambar IV.23 Spektra UV-Vis Pb-PbO ₂ Na ₂ SO ₄ larutan Remazol black B pH 7 dengan interval 60 menit dengan potensial 5 volt.....	35
Gambar IV.24 Spektra UV-Vis Pb-PbO ₂ NaCl larutan remazol black pH 7 dengan interval 60 menit dengan potensial 5 volt	37
Gambar IV.25 Spektra UV-Vis Pb-Fe Na ₂ SO ₄ larutan Remazol black B pH 3 dengan interval 60 menit dengan potensial 5 volt.....	41
Gambar IV. 26 Spektra UV-Vis Pb-Fe NaCl larutan Remazol black B pH 3 dengan interval 60 menit dengan potensial 5 volt.....	42
Gambar IV. 27 Perbandingan Spektra UV-Vis RBB Pb – PbO ₂ pH 7 dengan penambahan elektrolit NaCl dan Na ₂ SO ₄ setelah elektrolisis.....	44
Gambar IV. 28 Perbandingan Spektra UV-Vis RBB Pb – Fe pH 3 dengan penambahan elektrolit NaCl dan Na ₂ SO ₄ setelah elektrolisis.....	45
Gambar IV. 29 Morfologi elektroda Pb (a) Sebelum elektrolisis, (b) Setelah elektrolisis Pb-PbO ₂ NaCl.....	47
Gambar IV.30 Spektrum Energy Dispersive X-ray elektroda Pb sebelum elektrolisis secara kualitatif.....	48
Gambar IV.31 Spektrum Energy Dispersive X-ray elektroda Pb setelah elektrolisis secara kualitatif	48
Gambar IV. 32 Morfologi elektroda PbO ₂ (a) Sebelum elektrolisis, (b) Setelah elektrolisis Pb-PbO ₂ Na ₂ SO ₄	50
Gambar IV. 34 Spektrum Energy Dispersive X-ray elektroda PbO ₂ setelah elektrolisis secara kualitatif.....	52

Gambar IV. 35 Morfologi elektroda Fe (a) Sebelum elektrolisis (b) setelah elektrolisis Pb-Fe NaCl dan (c) setelah elektrolisis Na ₂ SO ₄	54
Gambar IV. 36 Spektrum Energy Dispersive X-ray elektroda Fe sebelum elektrolisis secara Kualitatif.....	55
Gambar IV. 37 Spektrum Energy Dispersive X-ray elektroda Fe NaCl secara kualitatif.....	56
Gambar IV. 38 Spektrum Energy Dispersive X-ray elektroda Fe secara kualitatif	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Diagram Alir Penelitian dan Prosedur Kerja.....	62
Lampiran 2: Perhitungan Pembuatan Larutan.....	69
Lampiran 3: Data penentuan Potensial Aplikasi.....	72
Lampiran 4 : Data kurva Kalibrasi <i>Remazol black B</i>	74
Lampiran 5 : Perhitungan Potensial Aplikasi.....	75
Lampiran 6: Perhitungan konsentrasi Akhir <i>Remazol black B</i> pada variasi pH..	78
Lampiran 9 : Perhitungan persentase dekolonisasi <i>Remazol black B</i> pada variasi waktu	93
Lampiran 10: Perhitungan <i>Limit Of Detection</i> Absorbansi Sampel pada pH	99
Lampiran 12: Hasil Analisis COD dan AAS.....	102
Lampiran 13: Dokumentasi penelitian	104

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan produksi batik terbesar yang mayoritas produsennya menggunakan zat warna sintetis, salah satunya *Remazol Black B* (RBB) yang mengandung gugus asam sulfonat aromatik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode elektrolisis dalam mendegradasi larutan RBB menggunakan pasangan elektroda Pb-PbO₂ dan Pb-Fe, serta membandingkan dua sistem elektrolit berbeda, yaitu NaCl dan Na₂SO₄. Proses meliputi pembuatan larutan sampel, penentuan panjang gelombang maksimum, kurva kalibrasi, karakterisasi elektroda dengan SEM-EDX sebelum dan sesudah elektrolisis, optimasi potensial, pH, dan waktu reaksi, serta analisis kandungan logam Pb dengan AAS dan kadar COD. Hasil menunjukkan kondisi optimum terjadi pada 5 V dengan pH 7 untuk Pb-PbO₂ dan pH 3 untuk Pb-Fe, menghasilkan efisiensi dekolorisasi masing-masing sebesar 98,89% (Pb-PbO₂ NaCl), 97,59% (Pb-PbO₂ Na₂SO₄), 98,89% (Pb-Fe NaCl), dan 99,54% (Pb-Fe Na₂SO₄). Spektrum UV-Vis menunjukkan penurunan absorbansi yang signifikan, terutama pada sistem dengan Na₂SO₄, didukung oleh hasil penurunan COD sebesar 8,33% (Pb-PbO₂ NaCl), 44,49% (Pb-PbO₂ Na₂SO₄), 29,17% (Pb-Fe NaCl), dan 54,01% (Pb-Fe Na₂SO₄). Dengan demikian, elektrolisis menggunakan elektroda Pb-Fe dalam sistem elektrolit Na₂SO₄ merupakan kombinasi paling efektif untuk mendegradasi RBB.

Kata kunci: Elektrolisis, *Remazol Black B*, Pb-PbO₂, Pb-Fe, NaCl, Na₂SO₄, dekolorisasi, COD.

ABSTRACT

Indonesia is one of the largest batik-producing countries, where most producers use synthetic dyes, such as *Remazol Black B* (RBB), which contains aromatic sulfonic acid groups. This study aims to evaluate the effectiveness of the electrolysis method in degrading RBB solution using electrode pairs of Pb-PbO₂ and Pb-Fe, and to compare two different electrolyte systems, namely NaCl and Na₂SO₄. The process involved sample preparation, determination of maximum wavelength, calibration curve construction, electrode characterization using SEM-EDX before and after electrolysis, optimization of applied potential, pH, and reaction time, as well as analysis of Pb metal content using AAS and COD levels. The results showed that the optimum conditions occurred at 5 V with pH 7 for Pb-PbO₂ and pH 3 for Pb-Fe, resulting in decolorization efficiencies of 98.89% (Pb-PbO₂ NaCl), 97.59% (Pb-PbO₂ Na₂SO₄), 98.89% (Pb-Fe NaCl), and 99.54% (Pb-Fe Na₂SO₄). UV-Vis spectroscopy analysis showed a significant decrease in absorbance, especially in the Na₂SO₄ system, supported by COD reduction results of 8.33% (Pb-PbO₂ NaCl), 44.49% (Pb-PbO₂ Na₂SO₄), 29.17% (Pb-Fe NaCl), and 54.01% (Pb-Fe Na₂SO₄). Therefore, electrolysis using Pb-Fe electrodes in a Na₂SO₄ electrolyte system is the most effective combination for degrading RBB.

Keywords: Electrolysis, Remazol Black B, Pb-PbO₂, Pb-Fe, NaCl, Na₂SO₄, decolorization, COD.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pertumbuhan cepat dalam industri tekstil dan batik mengakibatkan peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan semakin banyak. Penggunaan warna sintetik yang biasa digunakan adalah senyawa golongan azo seperti *Remazol black B*, *methyl orange*, *acid red 88*, *methyl red* (Yang, 2018). *Remazol black B* (RBB) adalah salah satu senyawa pewarna organik yang sering ditemukan dalam limbah industri tekstil. Pewarna ini sulit untuk diuraikan secara alami dan dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan benar (Hashem, 2018).

Banyak metode yang digunakan untuk degradasi larutan zat warna yaitu metode fenton (Akbar, 2021), fotokatalis (Rahayu dkk., 2022), adsorpsi, koagulasi, dan elektrolisis (Choirunayli dkk., 2023). Salah satu metode untuk mengolah limbah zat warna yaitu metode elektrolisis atau elektrodekolorisasi. Metode elektrodekolorisasi merupakan metode yang sesuai untuk mengolah limbah tekstil yang banyak mengandung zat warna organik, karena degradasi di anoda akan mudah terjadi. Selain itu, metode elektrolisis tidak memerlukan bahan-bahan kimia yang terlalu banyak, tidak memerlukan proses pemisahan katalis dan mudah untuk dilakukan (Rohayati dkk., 2017).

Keberhasilan elektrolisis dapat dipengaruhi oleh dua faktor yaitu elektrolit dan jenis elektroda. Elektrolit dalam pengolahan limbah zat warna dengan metode elektrolisis berperan penting dalam mencapai efisiensi proses, bertindak sebagai