



**DEGRADASI *REMAZOL BRILLIANT BLUE* DALAM LIMBAH
TENUN KAIN DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI**

TUGAS AKHIR II

**Disusun Dalam Rangka Penyelesaian Studi Strata I
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

Oleh

SITI ROHMAWATI

4350406538

Kimia S1

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2011

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam Tugas Akhir ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian ataupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam Tugas Akhir ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Februari 2011

Siti Rohmawati



PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir II ini telah disetujui oleh pembimbing untuk disidangkan dihadapan Panitia Ujian Tugas Akhir II Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Februari 2011

Pembimbing 1

Pembimbing II

Ir. Sri Wahyuni, M.Si
NIP. 196512281991022001

Drs. Subiyanto HS, M.Si
NIP. 195104211975011002



HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir II yang berjudul

" Degradasi *Remazol Brilliant Blue* Dalam Limbah Tenun Kain Dengan Metode Elektrokoagulasi "

disusun oleh:

Nama : Siti Rohmawati

NIM : 4350406538

telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Tugas Akhir II, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada hari Kamis, 10 Februari 2011.

Panitia Ujian

Ketua

Sekretaris

Dr. Kasmadi Imam.S., M.S
NIP. 195111151979031001

Drs. Sigit Priatmoko, M.Si
NIP. 196504291991031001

Ketua Penguji

Dra. Latifah , M.Si
NIP. 196101071991022001

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Ir. Sri Wahyuni, M.Si
NIP. 196512281991022001

Drs. Subiyanto HS, M.Si
NIP. 195104211975011002

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan ”

(Al Insyiroh ayat 6)

“Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh dan terpuruk”

PERSEMBAHAN

Bapakku H. Khayatun dan Ibuku Hj. Ma'rifah Sebagai ungkapan rasa hormat dan baktiku, atas segala do'a, kasih sayang dan pengorbanannya kepadaku.

*kakakku, adikku dan ponakanku
Karena mu, aku bisa melupakan sejenak masalah hidupku.*

*Joko Mulyono
Sebagai ungkapan rasa sayangku, atas segala semangat, perhatian, dan dukungan untukku.*

*Teman-temanku
Sebagai wujud kasihku.*

*Almamaterku
Sebagai wujud kebanggaanku.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya, serta kemudahan dan kelapangan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir II dengan judul " Degradasi *Remazol Brilliant Blue* Dalam Limbah Tenun Kain Dengan Metode Elektrokoagulasi "

Tugas Akhir II ini disusun sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir II ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang,
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang,
3. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang,
4. Ibu Dra. Latifah, M.Si, sebagai Dosen Penguji yang telah banyak memberikan masukan, arahan, dan saran kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir,
5. Ibu Ir. Sri Wahyuni, M.Si dan Bapak Drs. Subiyanto HS, M.Si Dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir,
6. Bapak Agung Tri Prasetya S.Si, M.Si, Kepala Laboratorium Jurusan Kimia yang telah memberikan ijin penelitian,
7. Seluruh Dosen, Karyawan dan Staf Jurusan Kimia,
8. Ibu Ida, Mba Dian, Mas Huda, Ibu Retno, dan seluruh laboran Jurusan Kimia,
9. Bapak Suprpto, Mas Arlinto, Mas Didik dan seluruh laboran Jurusan Teknik Elektro,
10. Teman-teman Kimia khususnya angkatan '06,
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir II ini.

Semoga Tugas Akhir II ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pembaca yang budiman.

Semarang, Februari 2011

Penulis



ABSTRAK

Siti Rohmawati. 2011. " **Degradasi *Remazol Brilliant Blue* Dalam Limbah Tenun Kain Dengan Metode Elektrokoagulasi** ". Tugas Akhir II. Jurusan Kimia FMIPA UNNES. Dosen Pembimbing I: Ir. Sri Wahyuni, M.Si, Dosen Pembimbing II: Drs. Subiyanto HS, M.Si.

Kata Kunci: elektrokoagulasi, zat warna, degradasi.

Telah dilakukan penelitian mengenai degradasi *Remazol Brilliant Blue* dalam limbah tenun kain dengan metode elektrokoagulasi yang diawali dengan penentuan panjang gelombang maksimum dan penentuan kurva kalibrasi. Degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi dilakukan dengan variasi pH, kuat arus, waktu dan diaplikasikan ke limbah tenun kain. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pH, kuat arus dan waktu kontak dalam degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi. Analisis *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH 4 dengan jumlah *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan sebesar 73, 6 mg/L, kuat arus 9 Ampere dengan jumlah *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan sebesar 76, 4 mg/L dan waktu kontak 90 menit dengan jumlah *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan sebesar 72, 8 mg/L. Efisiensi limbah yang terendapkan sebesar 82, 95 %. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar kuat arus dan waktu kontak yang diberikan semakin banyak dan konsentrasi *Remazol Brilliant Blue* semakin mengalami penurunan, terlihat dari perubahan warna dari lautan berwarna biru pekat menjadi biru jernih.

ABSTRACT

Siti Rohmawati. 2011. "**Degradation of Remazol Brilliant Blue In Waste Woven Fabrics With electrocoagulation method**". Final Assignment II. Chemistry Dept. Faculty of Mathematics and Natural Sciences UNNES. Supervisor I: Ir. Sri Wahyuni, M.Si, Advisor II: Drs. Subiyanto HS, M.Si.

Keyword : electrocoagulation, dyes, degradation

An investigation on the degradation of Remazol Brilliant Blue in a waste of cloth woven by electrocoagulation method that begins with the determination of the maximum wavelength and calibration curve determination. Degradation of Remazol Brilliant Blue with electrocoagulation was done by varying the pH, currents, and applied to waste time weaving cloth. The purpose of this study was to determine the pH, currents and times contact in the degradation of Remazol Brilliant Blue with electrocoagulation. Analysis of Remazol Brilliant Blue is deposited by UV-Vis spectrophotometer. The result showed that the pH of 4 with the number of Remazol Brilliant Blue is deposited by 73, 6 mg / L, currents 9 Ampere with the amount of Remazol Brilliant Blue is deposited by 76, 4 mg / L and contact time of 90 minutes with the amount of Remazol Brilliant Blue deposited by 72, 8 mg / L. Efficiency of waste deposited at 82, 95%. The results of this study indicate that the greater the currents and the contact time provided more and more and more concentration of Remazol Brilliant Blue has decreased, as seen from changes in ocean color from dark blue to clear blue.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Zat Warna <i>Remazol Brilliant Blue</i>	6
2.2 Tenun Kain.....	8
2.3 Elektrolisis.....	9
2.3.1 Larutan Elektrolit	11
2.3.2 Anoda	12

2.3.3 Katoda	13
2.4 Elektrokoagulasi	13
2.4.1 Kelebihan Elektrokoagulasi	14
2.4.2 Kelemahan Elektrokoagulasi	15
2.4.3 Mekanisme Dalam Elektrokoagulasi	17
2.5 Proses Flokulasi	18
2.6 Proses Koagulasi	19
2.7 Degradasi	22
2.8 Mekanisme pengikatan flokulan dengan <i>Remazol Brilliant Blue</i>	22
2.9 Hipotesis	23

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Populasi dan Sampel	24
3.2 Variabel Penelitian	24
3.2.1 Variabel bebas	24
3.2.2 Variabel terikat	24
3.2.3 Variabel terkendali	24
3.3 Alat dan bahan	25
3.3.1 Alat penelitian	25
3.3.2 Bahan penelitian	25
3.4 Cara Kerja	25
3.4.1 Pembuatan larutan zat warna <i>Remazol Brilliant Blue</i>	25
3.4.2 Elektrokoagulasi <i>Remazol Brilliant Blue</i> dengan variasi pH	26
3.4.3 Elektrokoagulasi <i>Remazol Brilliant Blue</i> dengan variasi kuat arus	26
3.4.4 Elektrokoagulasi <i>Remazol Brilliant Blue</i> dengan variasi waktu	27
3.4.5 Elektrokoagulasi sampel air limbah tekstil	27
3.5 Metode Analisis Data	28

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

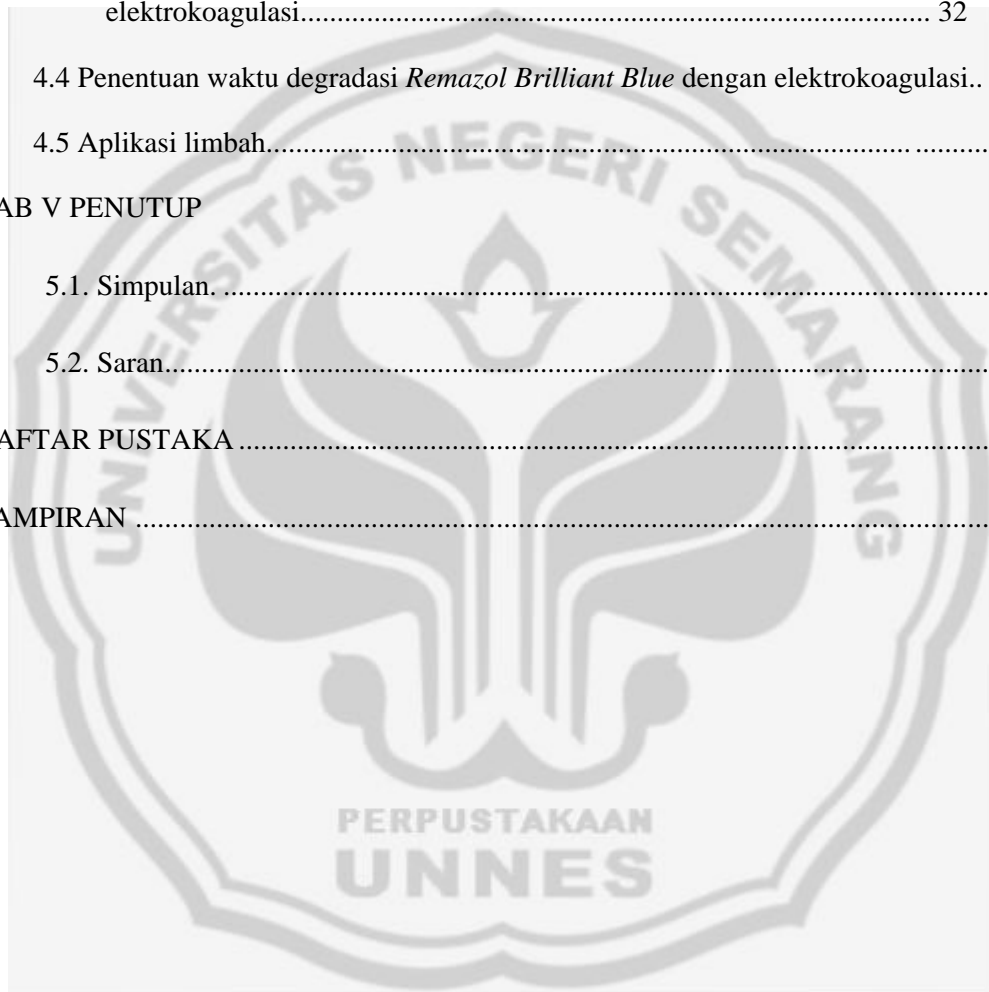
4.1 Penentuan panjang gelombang maksimum zat warna <i>Remazol Brilliant Blue</i> ..	29
4.2 Penentuan pH degradasi <i>Remazol Brilliant Blue</i> dengan elektrokoagulasi.....	29
4.3 Penentuan arus listrik degradasi <i>Remazol Brilliant Blue</i> dengan elektrokoagulasi.....	32
4.4 Penentuan waktu degradasi <i>Remazol Brilliant Blue</i> dengan elektrokoagulasi..	34
4.5 Aplikasi limbah.....	36

BAB V PENUTUP

5.1. Simpulan.....	37
5.2. Saran.....	37

DAFTAR PUSTAKA	38
----------------------	----

LAMPIRAN	40
----------------	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur kimia zat warna <i>Remazol Brilliant Blue</i>	7
2. Prinsip kerja elektrokoagulasi.....	16
3. Diagram venn.....	16
4. Mekanisme alam elektrokoagulasi.....	18
5. Kurva kalibrasi pada pH.....	31
6. Grafik hubungan pH dan jumlah <i>Remazol Brilliant Blue</i> yang terendapkan..	31
7. Kurva kalibrasi pada kuat arus listrik	33
8. Grafik hubungan Arus listrik dan jumlah <i>Remazol Brilliant Blue</i> yang terendapkan.....	33
9. Kurva kalibrasi pada waktu	35
10. Grafik hubungan waktu dan jumlah <i>Remazol Brilliant Blue</i> yang terendapkan	35
11. Kurva kalibrasi aplikasi limbah	36

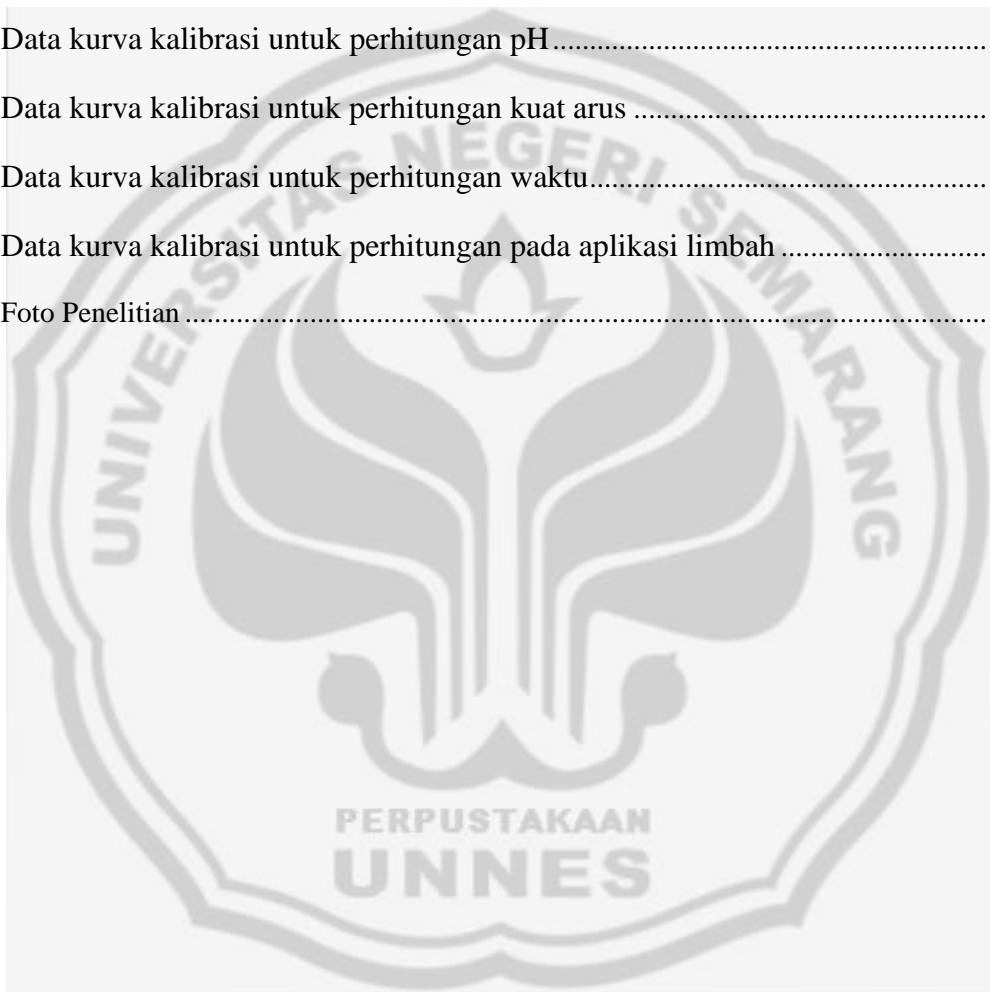
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nama dan Struktur Kimia Gugus Kromofor	6



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pembuatan Larutan	40
2. Skema Alur Kerja	42
3. Data kurva kalibrasi untuk perhitungan pH.....	47
4. Data kurva kalibrasi untuk perhitungan kuat arus	51
5. Data kurva kalibrasi untuk perhitungan waktu.....	54
6. Data kurva kalibrasi untuk perhitungan pada aplikasi limbah.....	57
7. Foto Penelitian	63



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pencemaran lingkungan semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri yang memberikan dampak negatif. Pada proses pencelupan di *home industry* tenun kain memberikan kontribusi yang besar pada pencemaran air apabila limbah dibuang ke selokan atau sungai tanpa diolah terlebih dahulu. (Indrawati, dkk; 2008). Zat warna banyak digunakan pada proses pencelupan dan pencapan. Zat warna reaktif merupakan zat warna yang banyak digunakan untuk pewarnaan tekstil, contohnya *Remazol Brilliant Blue*, *Remazol Red*, *Remazol Golden Yellow*, *Remazol Brilliant Orange 3R*, *Remazol Black B*. Zat warna *Remazol Brilliant Blue* merupakan zat warna reaktif yang banyak digunakan untuk proses pencelupan (Noorikhlas, dkk; 2008).

Limbah cair produksi tenun kain banyak bersumber dari proses pencelupan dan menyebabkan pencemaran lingkungan jika dibuang ke lingkungan perairan secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu, sementara lingkungan mempunyai kemampuan terbatas untuk mendegradasi zat warna tersebut (Nirmasari, dkk; 2008). Sebagaimana umumnya industri kecil yang berskala rumah tangga, sentra industri tenun kain tidak mempunyai unit pengolahan limbah, sehingga mereka membuang limbah cairnya langsung ke selokan di sekitar rumah atau lokasi penenunan. Karena lokasi industri kerajinan tenun kain berada pada lingkungan permukiman maka perlu

dilakukan usaha untuk melakukan pengolahan limbah cair yang murah, efisien dan sederhana agar tidak mencemari lingkungan. Umumnya tujuan dari pengolahan limbah cair industri tenun kain adalah mengurangi tingkat polutan organik, logam berat, padatan tersuspensi, dan warna sebelum dibuang ke badan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah cair tenun kain dengan cara elektrokoagulasi dengan memvariasikan pH, kuat arus dan waktu. Ruang lingkup penelitian ini adalah pengolahan limbah tenun kain yang sampelnya diambil dari daerah sentra industri tenun kain troso berlokasi di Pecangaan Jepara.

Salah satu segi pengelolaan lingkungan adalah pengendalian pencemaran air yang merupakan salah satu efek industri. Hal ini diatur dalam Undang-Undang No. 4 tahun 1982 tentang ketentuan-ketentuan pokok pengelolaan lingkungan hidup, sedangkan untuk pelaksanaan pengendalian pencemaran air tercantum dalam pasal 15 Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 1990. Penjabaran lebih lanjut tentang baku mutu air limbah bagi kegiatan industri diatur dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. Kep. 51/ Men LH/10/1997. Undang-Undang, Peraturan Pemerintah, dan Keputusan Menteri tersebut menetapkan seluruh kegiatan industri wajib mempunyai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) atau dapat bekerjasama dengan perusahaan jasa dalam rangka menanggulangi limbah industrinya (Fitriani, 2009).

Proses elektrokoagulasi merupakan gabungan dari proses elektrokimia dan proses flokulasi-koagulasi. Kelebihan proses elektrokoagulasi untuk mengolah limbah cair adalah pada proses ini tidak ada penambahan bahan kimia (Susetyaningsih, dkk; 2008).

Prinsip yang digunakan untuk mengolah limbah cair secara kimia adalah menambahkan bahan kimia (koagulan) yang dapat mengikat bahan pencemar yang dikandung air limbah, kemudian memisahkannya (mengendapkan atau mengapungkan). Pada umumnya bahan seperti aluminium sulfat (tawas), fero sulfat, poli aluminium klorida (PAC) atau poli elektrolit organik dapat digunakan sebagai koagulan dan flokulan. Terdapat tiga tahapan penting yang diperlukan dalam proses koagulasi yaitu, tahap pembentukan inti endapan, tahap flokulasi, dan tahap pemisahan flok dengan cairan. Koagulasi adalah proses penambahan koagulan ke dalam air limbah dengan maksud mengurangi daya tolak menolak antar partikel koloid, sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung menjadi flok-flok kecil. Flokulasi adalah proses penggabungan flok-flok kecil hasil proses koagulasi menjadi flok-flok berukuran besar sehingga mudah mengendap (Agustina, 2009).

Elektrokoagulasi dapat mengendapkan zat pencemar sehingga dapat mengurangi penggunaan bahan kimia yang mahal harganya. Walaupun mekanisme elektrokoagulasi menyerupai koagulasi kimiawi, kumpulan partikel hasil elektrokoagulasi lebih tahan lama dan lebih mudah disaring. Sehingga dengan elektrokoagulasi diperoleh air yang lebih bersih dari pada dengan koagulasi kimiawi atau dengan sedimentasi. Elektrokoagulasi menggunakan elektrolisis untuk mempercepat penghancuran partikel padat tersuspensi (Puspasari, dkk; 2010).

Penelitian ini mencoba menangani limbah cair *Remazol Brilliant Blue* dalam limbah tenun kain dengan metode elektrokoagulasi dengan elektroda timbal dan batang karbon. Timbal merupakan bahan dapat menyerap larutan elektrolit dan dapat

menghasilkan energi listrik yang besar serta dapat menahan gas hidrogen dan gas oksigen yang timbul. Timbal bersifat amfoter, sifat asam karena Pb larut dalam NaOH (*aq*) dan sifat basa karena dapat membentuk garam jika bereaksi dengan asam. Sedangkan karbon dapat dimanfaatkan sebagai katoda pembanding dalam proses elektrolisis dan memiliki stabilitas termal yang tinggi sehingga bersifat inert (Noorikhlas, dkk; 2008).

Penelitian ini dilakukan pada variasi pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 dan 11 sedangkan kuat arus pada 3; 4,5; 6; 7,5 dan 9 ampere dan variasi waktu 30, 45, 60, 75 dan 90 menit. Dengan elektrokoagulasi akan meningkatkan kemampuan dalam mendegradasi zat warna *Remazol Brilliant Blue* diharapkan dapat mengoptimalkan keuntungan dari proses dalam pengolahan limbah *home industry* tenun kain.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diperoleh beberapa permasalahan, antara lain :

- a. Berapakah pH yang digunakan untuk degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi ?
- b. Berapakah kuat arus yang digunakan untuk degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi ?
- c. Berapakah waktu yang digunakan untuk degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang ada, maka penelitian ini mempunyai tujuan, antara lain :

- a. Mengetahui pH yang digunakan untuk degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi ?
- b. Mengetahui kuat arus yang digunakan untuk degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi ?
- c. Mengetahui waktu yang digunakan untuk degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi ?

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

- a. Memberikan informasi tentang pH yang digunakan untuk degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi.
- b. Memberikan informasi tentang kuat arus yang digunakan untuk degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi.
- c. Memberikan informasi tentang waktu yang digunakan untuk degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zat Warna Remazol Brilliant Blue

Zat warna tekstil adalah semua zat berwarna yang mempunyai kemampuan untuk diserap oleh serat tekstil dan mudah dihilangkan kembali. Suatu zat dapat berlaku sebagai zat warna apabila mempunyai gugus yang dapat menimbulkan warna (kromofor) dan gugus yang dapat mengadakan ikatan dengan serat tekstil (auksokrom) (Dewi, 2006).

Zat warna tekstil merupakan gabungan dari senyawa organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan auksokrom sebagai pengikat warna dengan serat. Senyawa organik tidak jenuh yang dijumpai dalam pembentukan zat warna adalah senyawa aromatik antara lain senyawa hidrokarbon yang mengandung nitrogen. Gugus kromofor adalah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna. Gugus auksokrom terdiri dari dua golongan, yaitu

Golongan kation : $-\text{NH}_2$; $-\text{NHCH}_3$; $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$

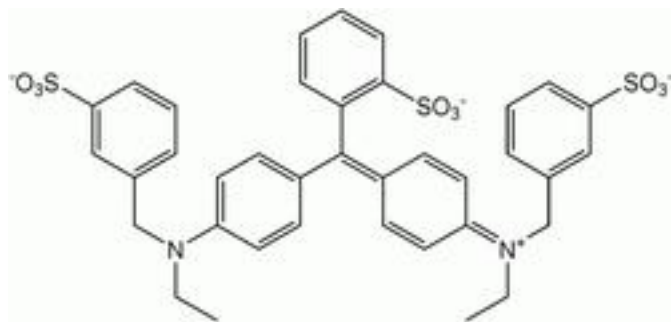
Golongan anion : $-\text{SO}_3\text{H}$; $-\text{OH}$; $-\text{COOH}$ seperti $-\text{O}$; $-\text{SO}_3$ dan lain-lain.

Tabel 1. Nama dan Struktur Kimia Gugus Kromofor

Nama Gugus Kromofor	Struktur Kimia
Nitroso	NO atau (-N-OH)
Nitro	NO ₂ atau (NN-OOH)
Grup Azo	-N=N-
Grup Etilen	-C=C-
Grup Karbonil	-C=O
Grup Karbon – Nitrogen	-C=NH ; CH=N-
Grup Karbon Sulfur	-C=S ; -C-S-SC-

(Manurung, dkk; 2004)

Zat warna *Remazol Brilliant Blue* merupakan zat warna reaktif yang banyak digunakan untuk proses pencelupan tekstil (Indrawati, dkk; 2008). Pencelupan limbah tenun kain di Troso Pecangaan Jepara menggunakan zat warna *Remazol Brilliant Blue* ditambah soda kostik (NaOH) dan natrium hidrosulfit (Na_2HSO_3) dengan pelarut air. Limbah *home industry* tenun kain tidak mengalami pengolahan sehingga langsung dibuang disungai. Limbah zat warna *Remazol Brilliant Blue* bersifat karsinogenik yaitu merangsang tumbuhnya kanker, dapat membahayakan bagi kesehatan, mempengaruhi kandungan oksigen dalam air mempengaruhi pH air lingkungan yang menjadikan gangguan bagi mikroorganisme dan hewan air (Nirmasari, dkk; 2008). *Remazol Brilliant Blue* menimbulkan iritasi atas kulit, mata, saluran pernafasan, saluran pencernaan dan mungkin berbahaya jika tertelan atau terhirup. Iritasi kulit gejalanya termasuk kemerahan, gatal dan nyeri. Iritasi pada saluran pernapasan gejalanya termasuk batuk, sesak napas. Iritasi pada saluran pencernaan gejalanya mual (Mallinckrodt, 2008). Karena berbagai kerugian limbah tenun kain *Remazol Brilliant Blue* yang dibuang tanpa pengolahan maka penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah *Remazol Brilliant Blue* dengan proses elektrokoagulasi agar memenuhi baku mutu yang ditetapkan untuk dapat dibuang ke lingkungan.



Gambar. 1 Struktur kimia zat warna *Remazol Brilliant Blue*

Struktur *Remazol Brilliant Blue* di atas menunjukkan bahwa gugus yang dapat mengadakan ikatan dengan serat tekstil (auksokrom) sebagai pengikat warna dengan serat adalah $-SO_3$, sedangkan gugus yang dapat menimbulkan warna (kromofor) adalah gugus karbon-nitrogen ($CH=N-$).

2.2 Tenun Kain

Tenun merupakan kain tradisional khas di hampir seluruh daerah Indonesia, mulai dari Sumatera, Jawa, Kalimantan, Bali, Sulawesi, Nusa Tenggara hingga Papua. Tenun memiliki makna, nilai sejarah, dan teknik yang tinggi dari segi warna, motif, dan jenis bahan, serta benang yang digunakan. Setiap daerah memiliki semua kekhasan itu.

Erny Tallo, 2005 di dalam bukunya “Pesona Tenun Flobamora” menggolongkan teknik menenun ke dalam tiga kelompok, yaitu, tenun ikat, tenun buna, dan tenun lotis. Ketiga teknik yang diwariskan secara turun-temurun ini menghasilkan variasi jenis kain yang mewakili tradisi setempat. Motif yang dihasilkan pun cukup beragam mulai dari bentuk fauna (*zoomorphic*), figur manusia (*antropomorph*), stilisasi tumbuhan (*flora*), geometris serta replika ragam hias kain patola India. Untuk kain tenun Rote, hiasan motifnya bernuansa geometris dan motif tumbuhan dengan ukuran tertentu seperti motif kembang delapan, jalamprang, tangkai bunga dengan warna dasar hitam (Dula Nggeo) dikombinasikan dengan warna merah, putih dan biru hitam. Untuk kain tenun Sabu, motif yang dikembangkan bernuansa lingkungan flora dan fauna seperti motif bunga, daun lontar, burung, ayam dan kuda. Terlepas dari ragam motif tadi, kain tenun pada mulanya hanya berupa sarung (untuk perempuan) yang dibuat 2

sampai 3 bulan. Sementara selimut (untuk laki-laki) dibuat antara 5 sampai 6 bulan. Harganya pun bervariasi, umumnya sebuah selendang berukuran 0,5 x 1,5 meter, harganya berkisar Rp 50 ribu sampai Rp 75 ribu. Namun seiring bergantinya waktu, modifikasi tenun menghasilkan bermacam motif dan model, mulai dari bahan safari, aneka tas, taplak meja, bed cover, hiasan dinding, hingga aneka cinderamata lainnya. (Hakim, 2007). Penelitian ini mengambil limbah sampel pencelupan dalam tenun kain di Troso Pecangaan Jepara.

2.3 Elektrolisis

Elektrokimia adalah bagian dari ilmu kimia yang mempelajari hubungan antara reaksi kimia dan aliran listrik. Reaksi yang berhubungan dengan adanya aliran elektron adalah reaksi yang melibatkan pelepasan dan penerimaan elektron atau yang kita kenal dengan reaksi oksidasi dan reduksi atau reaksi redoks.

Reaksi redoks ada yang spontan ($\Delta G < 0$) dan ada yang tidak spontan ($\Delta G > 0$). Reaksi redoks spontan dapat dirancang untuk menghasilkan kerja mekanik, cahaya dan sebagainya. Reaksi redoks tidak spontan dapat dilangsungkan dengan menambahkan energi listrik dari luar. Alat yang digunakan untuk melangsungkan keduanya disebut sel elektrokimia. Sel elektrokimia yang menghasilkan listrik karena terjadinya reaksi redoks yang spontan di dalamnya disebut sel galvani, sedangkan sel elektrokimia dimana reaksi tak spontan terjadi didalamnya disebut sel elektrolisis (Mulyani, dkk; 2003).

Elektroda ada banyak tipe, tetapi gambaran umumnya diringkas sebagai berikut:

- 1) Arus listrik yang membawa ion akan dibebaskan pada elektroda.

- 2) Ion negatif yang sulit untuk dibebaskan pada anoda menyebabkan penguraian H_2O dan pembentukan O_2 , H^+ dan elektron.
- 3) Ion positif yang sulit untuk dibebaskan pada katoda menyebabkan penguraian H_2O dan pembentukan H_2 , OH^- dan absorpsi elektron (Dogra, 1990)

Peralatan dasar dari sel elektrokimia adalah dua elektroda umumnya konduktor logam yang dicelupkan ke dalam elektrolit konduktor ion (yang dapat berupa larutan maupun lelehan) dan sumber arus. Reaksi yang terjadi didasarkan pada reaksi redoks, sehingga pereaksi utama yang berperan dalam metode ini adalah elektron yang dipasok dari suatu sumber listrik (Dewi, 2006)

Metode elektrolisis memanfaatkan arus listrik untuk mengendapkan senyawa logam yang terkandung pada larutan (Firman, dkk; 2008). Adapun logam penjerat yang digunakan sebagai elektroda adalah timbal (Pb) dan karbon (C). Penggunaan elektrolisis harus memperhatikan konsentrasi elektrolit, waktu, tegangan, kuat arus dan lain-lain (Widodo, dkk; 2007).

Elektroda adalah suatu penghantar, dapat berbentuk batang, atau kawat, digunakan untuk mengendalikan aliran partikel-partikel bermuatan baik dalam suatu cairan, gas / semikonduktor. Ada dua jenis elektroda yaitu katoda dan anoda. Katoda merupakan elektroda negatif, terjadi reaksi reduksi (reaksi katodik). Sedangkan anoda merupakan elektroda positif, terjadi reaksi oksidasi (reaksi anodik), (Dewi, 2006). Pada anoda, anion melepaskan elektron sehingga pada anoda terjadi reaksi oksidasi, sedangkan pada katoda, anion menangkap elektron sehingga pada katoda terjadi reaksi reduksi (Hidayah, dkk; 2008).

Elektroda yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbal (Pb) dan batang karbon. Timbal berperan sebagai anoda yang biasanya merupakan elektroda kerja dalam suatu sel elektrolisis, timbal merupakan bahan dapat menyerap larutan elektrolit dan dapat menghasilkan energi listrik yang besar serta dapat menahan gas hidrogen dan gas oksigen yang timbul. Sedangkan karbon dapat dimanfaatkan sebagai katoda pembanding dalam proses elektrolisis dan memiliki stabilitas termal yang tinggi sehingga bersifat inert. Elektroda berbasis karbon sekarang ini sangat berkembang dalam bidang elektroanalisis karena memiliki beberapa keunggulan, yaitu rentang potensial yang luas, arus latar rendah dan murah (Apriliani, 2009).

2.3.1 Larutan elektrolit

Larutan elektrolit dalam suatu proses elektrolisis berfungsi sebagai penghantar listrik. Larutan elektrolit dapat berupa asam, basa dan garam dapat juga lelehan yang dapat menghantarkan listrik. Ion-ion larutan elektrolit selalu bergerak karena mempunyai derajat kebebasan translasi. Jika dalam larutan diadakan beda potensial listrik dari luar melalui kedua elektroda, maka gerakan ion menjadi terarah, gerakan ini disebut migrasi. Disamping migrasi ion, adanya arus listrik juga menyebabkan perubahan kimia, maka suatu larutan elektrolit akan mengalami reaksi reduksi maupun oksidasi (Junaedi, 2008).

Apabila dalam suatu elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah, maka akan terjadi peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi elektrolit, dimana ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron (reduksi) dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron

(oksidasi) (Susetyaningsih, dkk; 2008). Penelitian ini menggunakan larutan elektrolit Na_2SO_4 yang berfungsi untuk menambah kekuatan elektrolitnya. Adanya Na_2SO_4 juga berfungsi membantu mempercepat penggumpalan atau pengendapan.

2.3.2 Anoda

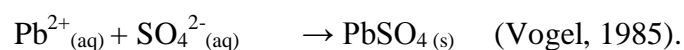
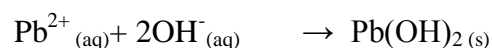
Di dalam sel elektrolisis, anoda merupakan elektroda bermuatan positif. Pada anoda terjadi reaksi oksidasi sedangkan ion yang bergerak atau migrasi ke anoda disebut anion.

Timbal (Pb) dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan IV A, dengan nomor atom 82, bilangan massa 207,19. Timbal memiliki berat jenis 11,34 g/cm^3 , titik leleh 327 °C, lunak, sehingga dapat diubah keberbagai bentuk. Pada umumnya timbal membentuk senyawa-senyawa dengan tingkat oksidasi +2 (lebih stabil) dan +4.

Penelitian ini menggunakan timbal sebagai anoda, karena berfungsi sebagai anoda ketika dialiri listrik maka akan terjadi reaksi oksidasi menjadi ion Pb^{2+} sesuai dengan reaksi dibawah ini:



Sedangkan Pb^{2+} hasil oksidasi akan bereaksi dengan ion hidroksida dan ion sulfat sesuai reaksi dibawah ini:



Reaksi tersebut, pada anoda terbentuk flok $\text{Pb}(\text{OH})_2$, selanjutnya flok yang terbentuk akan mengikat *Remazol Brilliant Blue*, sehingga flok akan memiliki

kecenderungan mengendap.

2.3.3 Katoda

Katoda merupakan elektroda yang mempunyai muatan negatif, pada katoda terjadi reaksi reduksi dan ion yang bergerak ke katoda disebut kation. Penelitian ini menggunakan katoda batang karbon yang bersifat inert yaitu hanya mentransfer elektron ke dan dari larutan. Elektroda inert adalah elektroda yang sukar atau tidak turut bereaksi dalam reaksi sel elektrokimia, yaitu antara lain Pt (platina), Au (emas) dan C (karbon). Elektroda inert yang terbaik terbuat dari lempeng platina sebesar 100 mm², yang harus dilengkapi dengan kawat platina untuk hubungan keluar dari larutan. Elektroda yang murah tetapi cukup memuaskan adalah batang-batang karbon. Batang karbon dapat terurai secara perlahan dan mengotori larutan, tetapi untuk percobaan yang sederhana dan cepat, ini tidak perlu dipersoalkan (Dewi, 2006).



2.4 Elektrokagulasi

Elektrokoagulasi merupakan metode yang mudah dan efisien untuk pengolahan air dan air buangan. Metode ini belum banyak dilakukan secara luas karena biaya awal yang tinggi dibandingkan teknologi pengolahan yang lain. Baru-baru ini, banyak penelitian khususnya pada penggunaan metode elektrokoagulasi untuk pengurangan kandungan limbah air lingkungan (Riyanta, 2010).

Elektrokoagulasi yaitu proses pengendapan zat-zat pencemaran dari air karena peristiwa listrik (Puspasari, dkk; 2010). Elektrokoagulasi dapat

mengendapkan zat pencemar dan dapat mengurangi penggunaan bahan kimia yang mahal harganya. Walaupun mekanisme elektrokoagulasi menyerupai koagulasi kimiawi, kumpulan partikel hasil elektrokoagulasi lebih tahan lama dan lebih mudah disaring. Selain itu, elektrokoagulasi menghasilkan air yang lebih bersih dari pada dengan koagulasi kimiawi atau dengan sedimentasi. Elektrokoagulasi menggunakan elektrolisis untuk mempercepat penghancuran partikel pada tersuspensi.

Proses elektrokoagulasi memiliki kelebihan dan kekurangan dalam mengolah limbah cair.

2.4.1 Kelebihan Elektrokoagulasi

1. Elektrokoagulasi memerlukan peralatan sederhana dan mudah untuk dioperasikan.
2. Flok yang dihasilkan elektrokoagulasi ini sama dengan flok yang dihasilkan koagulasi biasa.
3. Keuntungan dari elektrokoagulasi ini lebih cepat mereduksi kandungan koloid/partikel yang paling kecil, hal ini disebabkan pengaplikasian listrik kedalam air akan mempercepat pergerakan mereka didalam air dengan demikian akan memudahkan proses.
4. Gelembung-gelembung gas yang dihasilkan pada proses elektrokoagulasi ini dapat membawa polutan ke atas air sehingga dapat dengan mudah dihilangkan.
5. Dapat memberikan efisiensi proses yang cukup tinggi untuk berbagai kondisi, dikarenakan tidak dipengaruhi temperatur.
6. Tanpa menggunakan bahan kimia tambahan.

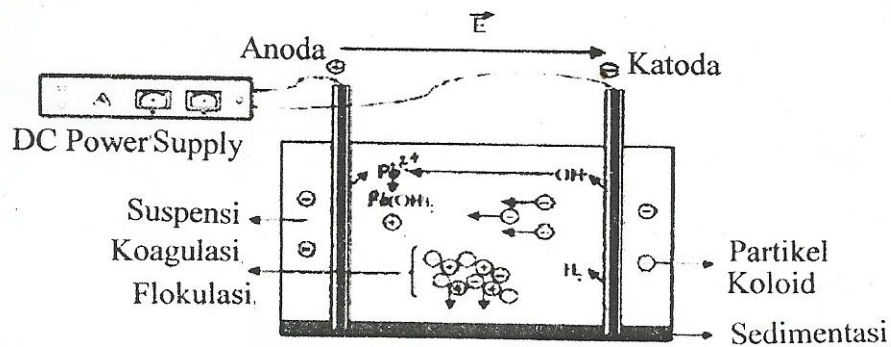
2.4.2 Kelemahan Elektrokoagulasi

Ada beberapa kekurangan elektrokoagulasi ini, berikut ini kekurangan dari proses elektrokoagulasi :

1. Tidak dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yang mempunyai sifat elektrolit cukup tinggi dikarenakan akan terjadi hubungan singkat antar elektroda.
2. Besarnya reduksi logam berat dalam limbah cair dipengaruhi oleh besar kecilnya arus voltase listrik searah pada elektroda, luas sempitnya bidang kontak elektroda dan jarak antar elektroda.
3. Batangan anoda yang mudah mengalami korosi sehingga harus selalu diganti.

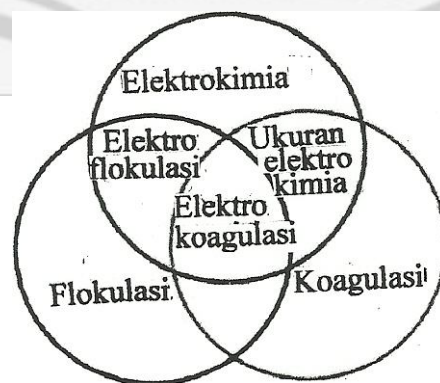
Karena dalam proses elektrokoagulasi ini menghasilkan gas yang berupa gelembung-gelembung gas, maka kotoran-kotoran yang terbentuk yang ada dalam air akan terangkat ke atas permukaan air. Flok-flok terbentuk ternyata mempunyai ukuran yang relatif kecil, sehingga flok-flok yang terbentuk tadi lama-kelamaan akan bertambah besar ukurannya. Setelah air mengalami elektrokoagulasi, kemudian dilakukan proses pengendapan, yaitu berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel atau flok yang terbentuk tadi.

Proses pengendapan adalah pemisahan dengan pengendapan secara gravitasi dari partikel-partikel padat di dalam air. Proses yang dilakukan bertujuan untuk menurunkan partikel-partikel yang mengendap dengan kecepatan konstan dan pengendapan partikel-partikel flok yang mempunyai kecepatan mengendap dipengaruhi penambahan floknya sendiri.



Gambar. 2 Prinsip Kerja Elektrokoagulasi

Apabila dalam suatu larutan elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah, maka akan terjadi peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi elektrolit, yaitu ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi. Sehingga membentuk flok yang mampu mengikat kontaminan dan partikel-partikel dalam limbah. Diidentifikasi terdapat tiga proses mendasar yang terjadi dalam elektrokoagulasi yaitu, elektrokimia, koagulasi dan flokulasi. Ketiga proses ini dapat digambarkan dalam diagram venn dimana ketiga kombinasi dari ketiganya menghasilkan teknologi elektrokoagulasi.



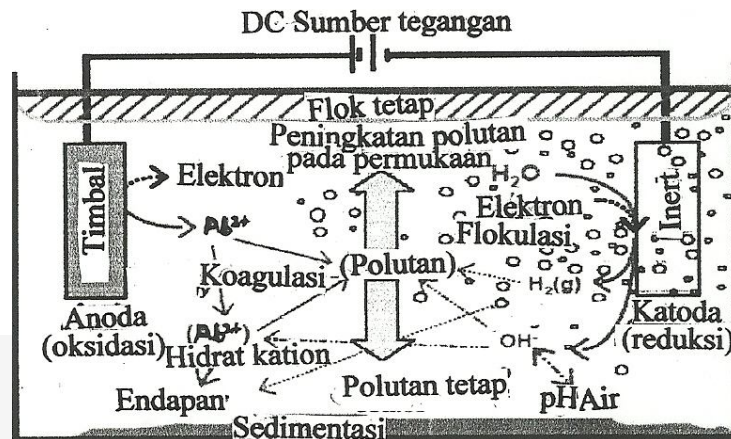
Gambar. 3 Diagram venn

2.4.3 Mekanisme Dalam Elektrokoagulasi

Reaktor elektrokimia merupakan sebuah sel elektrokimia dimana kutub anoda yang berupa logam (biasanya aluminium atau terkadang besi) dimana ion logam yang terlepas berfungsi sebagai agen koagulan. Dan secara simultan terjadi gelembung gas hidrogen di kutub katoda. Elektrokoagulasi mempunyai kemampuan untuk mengolah berbagai macam polutan termasuk padatan tersuspensi, logam berat, tinta, bahan organik, minyak dan lemak, ion dan radionuklida. Karakteristik fisika kimia dari polutan mempengaruhi mekanisme pengolahan misalnya polutan berbentuk ion akan diturunkan melalui proses presipitasi sedangkan padatan tersuspensi yang bermuatan akan diabsorpsi ke koagulan yang bermuatan. Kemampuan elektrokoagulasi untuk mengolah berbagai macam polutan menarik minat industri untuk menggunakannya.

Menurut Holt et al. (2006) ada berbagai kemungkinan mekanisme yang terjadi dalam elektrokoagulasi (interaksi dalam larutan) yaitu :

1. Migrasi ke muatan elektroda yang berlawanan (electrophoresis) dan agregatisasi netralisasi muatan.
2. Kation atau ion OH⁻ membentuk suatu presipitasi dengan polutan.
3. Interaksi kation logam dengan OH⁻ untuk membentuk suatu hidroksida yang mempunyai sifat-sifat adsorpsi yang tinggi sekaligus mengikat polutan (jembatan koagulasi).
4. Hidroksida membentuk struktur seperti kisi yang lebih besar.
5. Oksidasi polutan-polutan untuk jenis racun yang lebih sedikit.
6. Pemindahan oleh elektroflotasi dan adhesi ke gelembung.



Gambar. 4 Mekanisme dalam elektrokoagulasi

2.5 Proses Flokulasi

Flokulasi didefinisikan sebagai pengadukan lambat untuk menggabungkan atau menggumpalkan partikel-partikel koloid yang telah mengalami destabilisasi, sehingga terbentuk flok yang berat dan mudah mengendap. Kecepatan penggumpalan ini ditentukan oleh banyaknya tumbukan yang terjadi antara partikel koloid dan efektifitas yang terjadi.

Proses flokulasi dalam pengolahan air bertujuan untuk mempercepat proses penggabungan flok-flok yang telah dibibitkan pada proses koagulasi. Partikel-partikel yang telah distabilkan selanjutnya saling bertumbukan serta melakukan proses tarik-menarik dan membentuk flok yang ukurannya makin lama makin besar serta mudah mengendap. Gradien kecepatan merupakan faktor penting dalam desain bak flokulasi. Jika nilai gradien terlalu besar maka gaya geser yang timbul akan mencegah pembentukan flok, sebaliknya jika nilai gradien terlalu rendah/tidak memadai maka proses penggabungan antar partikulat tidak akan terjadi dan flok besar serta mudah mengendap akan sulit dihasilkan. Untuk itu nilai gradien kecepatan proses flokulasi dianjurkan berkisar antara 90/detik

hingga 30/detik. Untuk mendapatkan flok yang besar dan mudah mengendap maka bak flokulasi dibagi atas tiga kompartemen, dimana pada kompartemen pertama terjadi proses pendewasaan flok, pada kompartemen kedua terjadi proses penggabungan flok, dan pada kompartemen ketiga terjadi pemadatan flok.

Untuk mencapai kondisi flokulasi yang dibutuhkan, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, seperti misalnya :

1. Waktu flokulasi,
2. Jumlah energi yang diberikan
3. Jumlah koagulan
4. Jenis dan jumlah koagulan/flokulan pembantu
5. Cara pemakaian koagulan/flokulan pembantu
6. Penetapan pH pada proses koagulasi

Proses flokulasi terdiri dari tiga langkah:

1. Pelarutan reagen melalui pengadukan cepat (1 menit; 100 rpm) bila perlu juga penambahan bahan kimia (sesaat).
2. Pengadukan lambat untuk membentuk flok-flok (15 menit; 20 rpm). Pengadukan yang terlalu cepat dapat merusak flok yang telah terbentuk.
3. Penghapusan flok-flok dengan koloid yang terkurung dari larutan melalui sedimentasi (15 menit atau 30 menit; 0 rpm).

2.6 Proses Koagulasi

Koagulasi berasal dari kata *coagulare* yang artinya percampuran. Penambahan bahan kimia dapat digunakan untuk menggabungkan koloid dengan cara merusak stabilitas dari partikel koloid yang disebut dengan koagulasi kimia.

Kekeruhan dan warna yang terdapat dalam air yang disebabkan oleh bahan organik sebagai bahan pengganggu dapat dihilangkan dengan proses koagulasi.

Koagulasi merupakan proses destabilisasi muatan partikel koloid, *suspended solid* halus dengan penambahan koagulan disertai dengan pengadukan cepat untuk mendispersikan bahan kimia secara merata. Dalam suatu suspensi, koloid tidak mengendap (bersifat stabil) dan terpelihara dalam keadaan terdispersi, karena mempunyai gaya elektrostatis yang diperolehnya dari ionisasi bagian permukaan serta adsorpsi ion-ion dari larutan sekitar. Pada dasarnya koloid terbagi dua, yakni koloid hidrofilik yang bersifat mudah larut dalam air (*soluble*) dan koloid hidrofobik yang bersifat sukar larut dalam air (*insoluble*). Bila koagulan ditambahkan ke dalam air, reaksi yang terjadi antara lain adalah:

- Pengurangan zeta potensial (potensial elektrostatis) hingga suatu titik di mana gaya *van der Waals* dan agitasi yang diberikan menyebabkan partikel yang tidak stabil bergabung serta membentuk flok;
- Agregasi partikel melalui rangkaian inter partikulat antara grup-grup reaktif pada koloid;
- Penangkapan partikel koloid negatif oleh flok-flok hidroksida yang mengendap.

Untuk suspensi encer laju koagulasi rendah karena konsentrasi koloid yang rendah sehingga kontak antar partikel tidak memadai, bila digunakan dosis koagulan yang terlalu besar akan mengakibatkan restabilisasi koloid. Untuk mengatasi hal ini, agar konsentrasi koloid berada pada titik dimana flok-flok dapat terbentuk dengan baik, maka dilakukan proses *recycle* sejumlah *settled sludge*

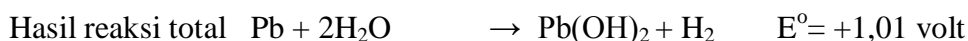
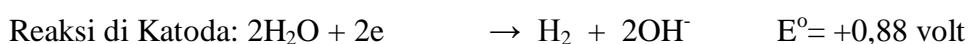
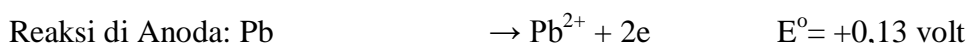
sebelum atau sesudah *rapid mixing* dilakukan. Tindakan ini sudah umum dilakukan pada banyak instalasi untuk meningkatkan efektifitas pengolahan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi koagulasi:

1. Penentuan jumlah optimum koagulan
2. Kualitas air meliputi gas-gas terlarut, warna, kekeruhan, rasa, bau, dan kesadahan
3. Jumlah dan karakteristik koloid
4. Derajat keasaman air (pH)
5. Pengadukan cepat
6. Temperatur air
7. Alkalinitas air, bila terlalu rendah ditambah dengan pembubuhan kapur
8. Karakteristik ion-ion dalam air.

Proses koagulasi-flokulasi dikenal juga sebagai proses pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Pengadukan cepat bertujuan untuk menghasilkan penyebaran bahan-bahan kimia yang ditambahkan ke dalam air olahan dan diharapkan terjadi kondisi turbulen. Pengadukan lambat bertujuan untuk destabilisasi partikel-partikel koloid sehingga saling kontak dan terjadi penggabungan.

Koagulan dan flokulan dalam penelitian ini terbentuk dari hasil elektrolisis yang berupa endapan $\text{Pb}(\text{OH})_2$, sesuai reaksi di bawah ini:



Flokulasi terjadi karena flok timbal hidroksida yang merupakan partikel koloid mempunyai muatan listrik (+) pada permukaannya yang mampu menyerap partikel yang bermuatan negatif (-). Koloid-koloid yang bermuatan pada permukaannya ternetralisir oleh adanya suatu elektrolit dalam larutan akan menjadi tidak stabil dan akhirnya bergabung menjadi partikel yang ukurannya lebih besar. Partikel yang ukurannya lebih besar ini kemudian akan mengkopresipitasi (membawa serta untuk mengendap) *Remazol Brilliant Blue*.

2.7 Degradasi

Degradasi adalah penurunan warna, dalam penelitian ini menggunakan zat warna *Remazol Brilliant Blue* yang berwarna biru, dengan metode elektrokoagulasi terjadi penurunan warna *Remazol Brilliant Blue* dari awal berwarna biru pekat menjadi biru jernih. Penurunan warna ini berpengaruh pada jumlah *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan.

2.8 Mekanisme pengikatan flokulan dengan *Remazol Brilliant Blue*

Elektrokoagulasi mempunyai kemampuan untuk mengolah berbagai macam polutan termasuk padatan tersuspensi, logam berat, tinta, bahan organik, minyak dan lemak, ion dan radionuklida. Dalam penelitian ini elektrokoagulasi menggunakan elektroda timbal dan karbon yang membentuk flokulan $Pb(OH)_2$ yang merupakan partikel koloid mempunyai muatan positif yang mampu menyerap partikel yang bermuatan positif. Karakteristik fisika kimia dari polutan mempengaruhi mekanisme pengolahan misalnya polutan berbentuk ion akan diturunkan melalui proses presipitasi sedangkan padatan tersuspensi yang bermuatan akan diabsorpsi ke koagulan yang bermuatan. Flokulan $Pb(OH)_2$ ini

mengikat gugus aktif pada *Remazol Brilliant Blue* yaitu pengikatan Pb(OH)_2 dengan SO_3^- yang akan membentuk endapan $\text{Pb(SO}_4)$ dan air.

2.9 Hipotesis

Berdasarkan perumusan masalah dan tujuan penelitian di atas, maka dapat dikemukakan hipotesa bahwa variasi pH, kuat arus dan waktu kontak berpengaruh terhadap degradasi *Remazol Brilliant Blue* dalam proses elektrokoagulasi pada limbah tenun kain. Degradasi ini ditunjukkan dengan penurunan warna, dari biru pekat menjadi biru jernih.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah pewarna tekstil, sehingga sampel dalam penelitian ini adalah cuplikan yang diambil dari zat warna *Remazol Brilliant Blue* pada limbah tenun kain di Troso Pecangaan Jepara.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah objek penelitian atau apa yang menjadi titik perhatian dalam penelitian ini. Hal ini dibagi menjadi 2 macam.

3.2.1 Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang nilainya divariasikan. Penelitian ini variabel bebasnya adalah :

- a. pH: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
- b. kuat arus: 3; 4,5; 6; 7,5; 9 ampere
- c. waktu: 30, 45, 60, 75, 90 menit

3.2.2 Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang menjadikan titik pusat penelitian.

Penelitian ini variabel terikatnya adalah jumlah *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan.

3.2.3 Variabel terkendali

Variabel terkendali adalah variabel yang dikendalikan. Penelitian ini variabel terkendalinya adalah pengadukan, jenis koagulan, suhu, karakteristik

ion, massa Na_2SO_4 . Penelitian ini menggunakan elektrolit Na_2SO_4 sebanyak 0,7102 gram.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat penelitian

Seperangkat alat elektrolisis, adaptor sebagai sumber energi, gelas kimia 100 ml, labu takar 1000 ml, pipet volume 5 ml dan 10 ml, pipet tetes, kertas saring whatman, corong, spektrofotometer UV-Vis.

3.3.2 Bahan Penelitian

Zat warna *Remazol Brilliant Blue* dan sampel limbah, batang karbon sebagai katoda, lempeng timbal sebagai anoda, akuades, NaOH p.a merck, Na_2SO_4 p.a merck, H_2SO_4 .

3.4 Cara Kerja

3.4.1 Pembuatan larutan zat warna *Remazol Brilliant Blue* 1000 ppm

Menimbang 1 gram zat warna *Remazol Brilliant Blue* dilarutkan dengan aquadest dalam labu takar 1000 ml hingga tanda batas.

Pembuatan seri larutan zat warna standar 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dan 100 ppm. Seri larutan 100 ppm diukur absorbaninya untuk menentukan panjang gelombang maksimum. Kemudian panjang gelombang maksimum digunakan untuk mengukur absorbansi masing-masing seri larutan *Remazol Brilliant Blue*. Selanjutnya, dibuat kurva kalibrasi konsentrasi larutan *Remazol Brilliant Blue* terhadap absorbansi.

3.4.2 Elektrokoagulasi *Remazol Brilliant Blue* dengan variasi pH

Sebanyak 40 mL larutan *Remazol Brilliant Blue* 100 ppm di masukan dalam gelas kimia dan ditambahkan 0,7102 gram serbuk Na_2SO_4 dan larutan H_2SO_4 0,1 M hingga pH 2, pindahkan larutan sampel tersebut dalam labu ukur 50 mL, kemudian tambahkan akuades hingga tanda batas. Lakukan untuk larutan sampel dengan pH 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 dan 11. Untuk pH basa dapat ditambahkan NaOH 0,1 M sebagai pengganti H_2SO_4 0,1 M. Kemudian dielektrolisis selama 60 menit dengan kuat arus 3 ampere. Setelah elektrolisis selesai larutan sampel disaring menggunakan kertas saring dan filtrat diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

3.4.3 Elektrokoagulasi *Remazol Brilliant Blue* dengan variasi kuat arus

Sebanyak 40 mL larutan *Remazol Brilliant Blue* 100 ppm di masukan dalam gelas kimia dan ditambahkan 0,7102 gram serbuk Na_2SO_4 dan H_2SO_4 0,1 M atau NaOH 0,1 M hingga pH pada percobaan 3.4.2. Pindahkan larutan sampel tersebut dalam labu ukur 50 mL, kemudian tambahkan akuades hingga tanda batas. Kemudian dielektrolisis selama 60 menit dengan kuat arus 3 ampere. Setelah elektrolisis selesai larutan sampel disaring menggunakan kertas saring dan filtrat diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis. Lakukan percobaan tersebut dengan mengubah arus 4,5; 6; 7,5 dan 9 ampere.

3.4.4 Elektrokoagulasi *Remazol Brilliant Blue* dengan variasi waktu

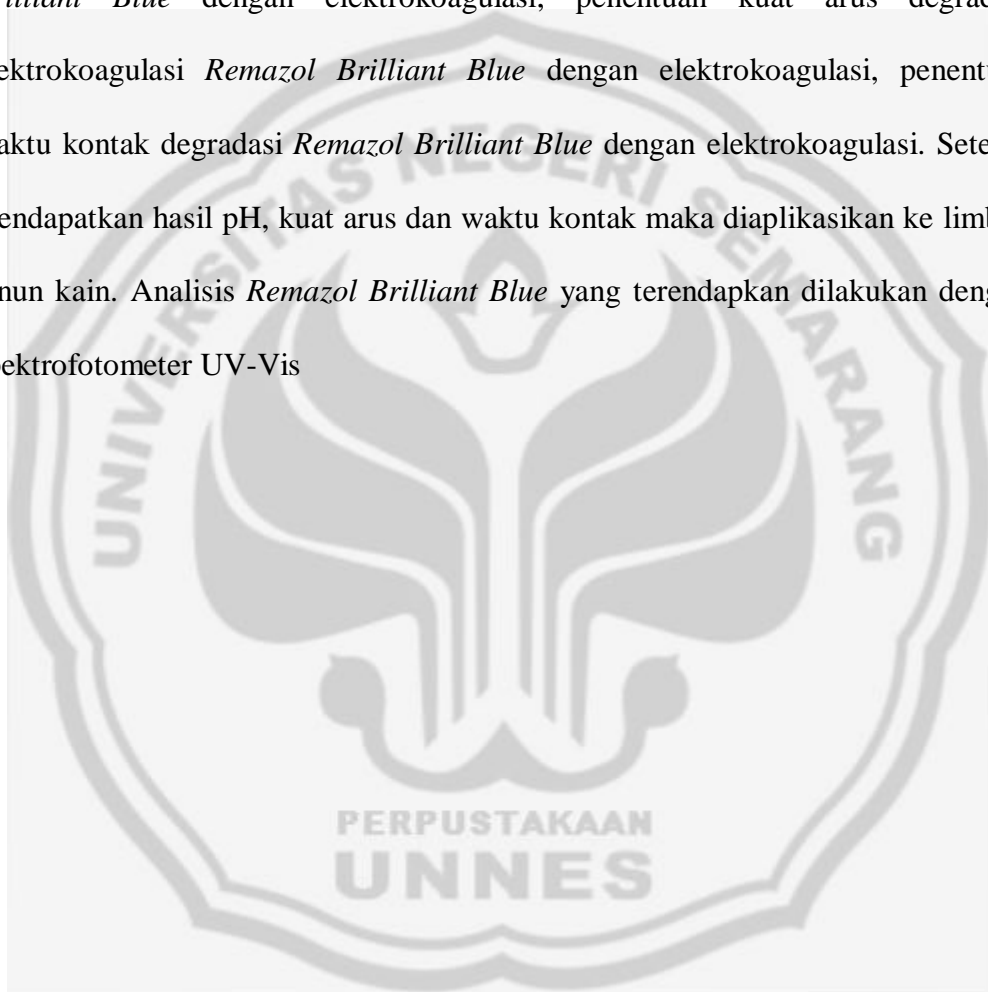
Sebanyak 40 mL larutan *Remazol Brilliant Blue* 100 ppm di masukan dalam gelas kimia dan ditambahkan 0,7102 gram serbuk Na_2SO_4 dan H_2SO_4 0,1 M atau NaOH 0,1 M hingga pH pada percobaan 3.4.2. Pindahkan larutan sampel tersebut dalam labu ukur 50 mL, kemudian tambahkan akuades hingga tanda batas. Kemudian dielektrolisis selama 30 menit dengan kuat arus pada percobaan 3.4.3. Setelah elektrolisis selesai larutan sampel disaring menggunakan kertas saring dan filtrat diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis. Percobaan diulangi dengan mengubah waktu elektrolisis menjadi 45, 60, 75 dan 90 menit.

3.4.5 Elektrokoagulasi sampel air limbah tekstil

- a. Sampel air limbah di saring terlebih dahulu kemudian diencerkan 10 kali, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang optimum dengan spektrofotometer UV-Vis. Ini merupakan konsentrasi awal sampel air limbah tekstil.
- b. 40 ml larutan sampel ditambah 0,7102 gram Na_2SO_4 dan H_2SO_4 0,1 M atau NaOH 0,1 M. Pindahkan larutan sampel tersebut dalam labu ukur 50 mL, kemudian tambahkan akuades hingga tanda batas
- c. Sampel dielektrokoagulasi pada sel elektrolisis dengan dipasang plat timbal yang udah dibersihkan terlebih dahulu pada anoda dan batang karbon pada katoda dengan pemasangan waktu, kuat arus dan pH yang diperoleh.
- d. Setelah dielektrokoagulasi sampel air limbah tekstil disaring kemudian filtratnya diukur absorbansinya. Hasil merupakan konsentrasi teradsorpsi sampel air limbah tekstil.

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian meliputi perlakuan awal pembuatan larutan induk *Remazol Brilliant Blue*, pembuatan kurva kalibrasi larutan *Remazol Brilliant Blue*, kemudian penentuan pH degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi, penentuan kuat arus degradasi elektrokoagulasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi, penentuan waktu kontak degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi. Setelah mendapatkan hasil pH, kuat arus dan waktu kontak maka diaplikasikan ke limbah tenun kain. Analisis *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna *Remazol Brilliant Blue*

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan untuk mendapatkan panjang gelombang maksimum zat warna *Remazol Brilliant Blue*. Panjang gelombang maksimum memiliki arti bahwa pada panjang gelombang tersebut mempunyai absorbansi yang paling besar diantara panjang gelombang lain pada rentang panjang gelombang tertentu.

Warna yang dipantulkan zat warna tekstil termasuk berada dalam spektrum sinar tampak, sehingga penentuan panjang gelombang zat warna *Remazol Brilliant Blue* dapat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Zat warna *Remazol Brilliant Blue* sering digunakan sebagai pewarna dalam industri tekstil, zat warna ini memiliki warna biru, salah satu contohnya industri tenun kain troso di Pecangaan Jepara menggunakan zat warna *Remazol Brilliant Blue*.

Panjang gelombang maksimum zat warna *Remazol Brilliant Blue* adalah 613 nm. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh digunakan untuk penelitian selanjutnya.

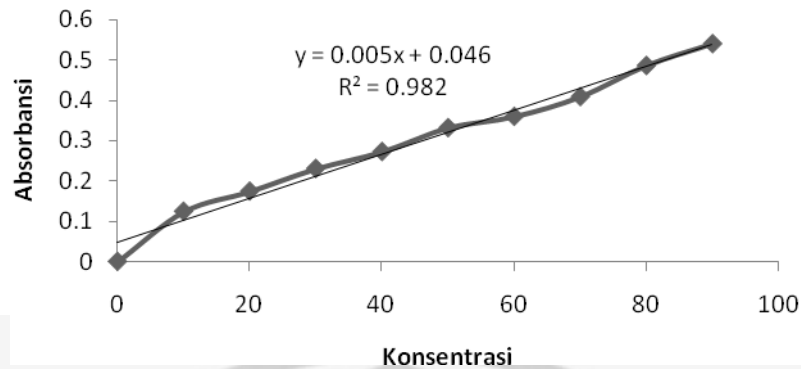
4.2 Penentuan pH Degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan Elektrokoagulasi

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi dapat berlangsung optimum atau minimum pada kondisi pH tertentu. Pada penelitian ini larutan zat

warna *Remazol Brilliant Blue* dikondisikan dari pH 2 sampai 11 hal ini karena timbal lebih mudah teroksidasi pada suasana asam dibandingkan pada suasana basa. Pada kondisi asam memicu timbal menjadi hidroksidanya, untuk dapat berikatan dengan zat warna *Remazol Brilliant Blue* harus melepaskan gugus hidroksidanya, sehingga sesuai dengan konsep kesetimbangan asam basa pelepasan gugus hidroksil yang merupakan suatu basa akan lebih mudah terjadi pada suasana asam dibandingkan pada suasana basa, dan juga karena pada suasana asam ion-ion hidrogen lebih mudah terserap oleh endapan timbal hidroksida, sehingga mengakibatkan timbal hidroksida semakin bermuatan positif, akibatnya partikel-partikel bermuatan positif seperti halnya *Remazol Brilliant Blue* akan mudah teradsorpsi pada suasana asam dibandingkan pada suasana basa, pada suasana basa yang akan terserap oleh timbal hidroksida tersebut adalah ion-ion hidroksida, sehingga muatan endapannya negatif akibatnya sulit bagi *Remazol Brilliant Blue* untuk teradsorpsi oleh timbal hidroksida tersebut.

Timbal mempunyai muatan atau bilangan oksidasi +2 (Pb^{2+}) dan +4 (Pb^{4+}). Timbal bersifat amfoter, sifat asam karena Pb larut dalam NaOH dan sifat basa karena dapat membentuk garam jika bereaksi dengan asam. Dari bilangan oksidasi sehingga menjadi $Pb(OH)_2$ dan $Pb(OH)_4$ ini lebih mudah menyerap ion H^+ sehingga $Pb(OH)_2$ dan $Pb(OH)_4$ ini lebih bermuatan positif yang lebih mudah terserap oleh *Remazol Brilliant Blue* yang bermuatan negatif.

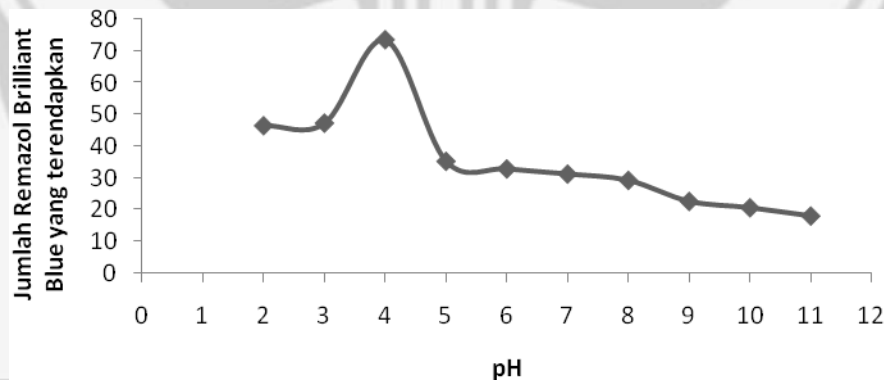
Dari data penentuan pH degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi dapat dibuat grafik sebagai berikut tetapi sebelumnya dibuat kurva kalibrasi untuk perhitungan pH.



Gambar 5. Kurva kalibrasi pada pH

Data untuk membuat Gambar 5 berada dalam lampiran 3.

Setelah di dapatkan kurva kalibrasi dengan $y = 0,005x + 0,046$ maka digunakan untuk menghitung konsentrasi degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi yang terendapkan sebelum dan setelah elektrokoagulasi, perhitungannya ada dalam lampiran 3. Dibuat grafik antara jumlah *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan terhadap pH.



Gambar 6. Grafik hubungan pH dan jumlah *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan.

Grafik pada gambar. 6 menunjukkan bahwa pada pH 4 (asam) koagulasi paling tinggi yaitu 73,6 mg/L. Keadaan asam, timbal lebih mudah teroksidasi sehingga dengan waktu yang sama $Pb(OH)_2$ yang dihasilkan pada suasana asam

semakin banyak. Timbal yang teroksidasi semakin banyak akan memungkinkan pembentukan flok $\text{Pb}(\text{OH})_2$ yang semakin banyak pula. Hal ini ditunjukkan pada pH 4 yang terjadi pengendapan *Remazol Brilliant Blue* paling banyak dari rentang pH 2 sampai 11. Pada pH 5 terjadi penurunan jumlah pengendapan *Remazol Brilliant Blue*. Hal ini terjadi karena pada kondisi pH 5 logam Pb mulai sulit untuk teroksidasi sehingga penurunan jumlah Pb^{2+} akan mempengaruhi jumlah flok $\text{Pb}(\text{OH})_2$ yang terbentuk. pH 5 sampai 11 mengalami penurunan jumlah pengendapan *Remazol Brilliant Blue*. Secara umum pH berpengaruh terhadap proses elektrokoagulasi, semakin besar harga pH, *Remazol Brilliant Blue* yang teradsorpsi semakin berkurang.

4.3 Penentuan Arus Listrik Degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan Elektrokoagulasi

Kuat arus listrik merupakan faktor yang berpengaruh dalam proses elektrokoagulasi. Pada proses elektrokoagulasi, arus listrik berpengaruh dalam pembentukan endapan hasil elektrokoagulasi. Pernyataan ini sesuai dengan persamaan di bawah ini:

$$w = \frac{e \cdot i \cdot t}{96.500}$$

keterangan:

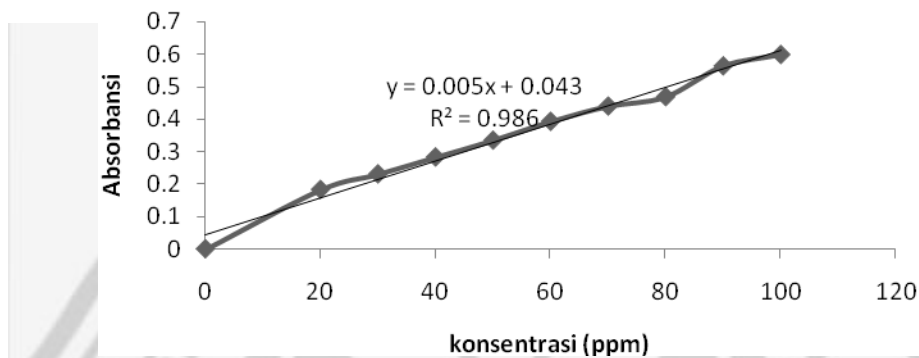
w = massa endapan (gram)

e = Mr / jumlah elektron

i = kuat arus (ampere)

t = waktu (detik)

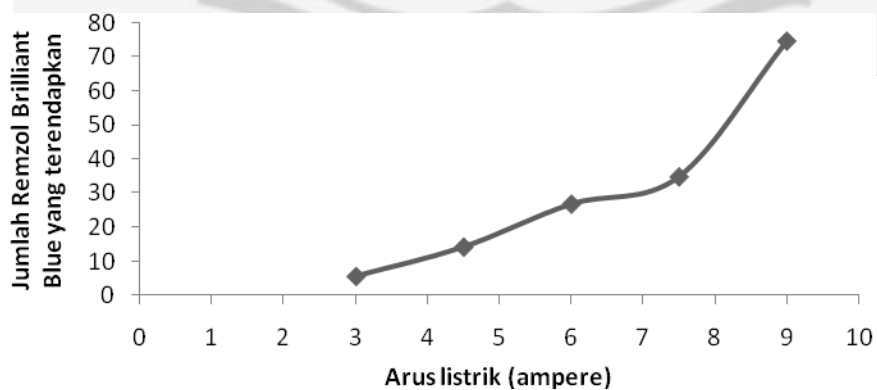
Elektrokoagulasi dilakukan dengan variasi arus listrik 3; 4,5; 6; 7,5; dan 9 ampere. Dari data penentuan kuat arus listrik degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi dapat dibuat grafik sebagai berikut tetapi sebelumnya di buat kurva kalibrasi untuk perhitungan arus listrik.



Gambar. 7 Kurva kalibrasi pada kuat arus listrik

Data untuk membuat Gambar 7 berada dalam lampiran 4.

Setelah di dapatkan kurva kalibrasi dengan $y = 0,005x + 0,043$ maka digunakan untuk menghitung konsentrasi zat warna *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan sebelum dan setelah elektrokoagulasi, perhitungannya ada dalam lampiran 4. Dibuat grafik antara jumlah *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan terhadap arus listrik



Gambar. 8 Grafik hubungan Arus listrik dan jumlah *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan

Grafik pada gambar. 8 menunjukkan bahwa pada kuat arus listrik 9 ampere koagulasi paling tinggi yaitu 76,4 mg/L, hal ini berarti konsentrasi sampel terendapkan sempurna. Semakin tinggi kuat arus listrik maka elektroda bereaksi semakin cepat maka semakin banyak adsorben yang dihasilkan, sehingga konsentrasi *Remazol Brilliant Blue* teradsorpsi semakin banyak.

4.4 Penentuan Waktu Degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan Elektrokoagulasi

Waktu merupakan faktor yang berpengaruh dalam proses elektrokoagulasi. Pada proses elektrokoagulasi, waktu berpengaruh dalam pembentukan endapan hasil elektrokoagulasi. Pernyataan ini sesuai dengan persamaan di bawah ini:

$$w = \frac{e \cdot i \cdot t}{96.500}$$

keterangan:

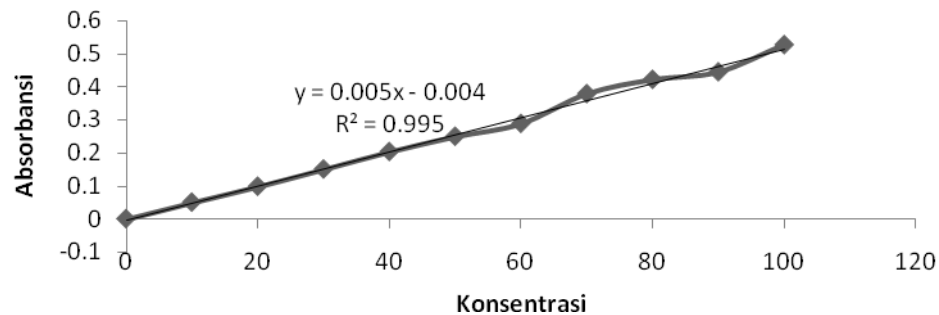
w = massa endapan (gram)

e = Mr / jumlah elektron

i = kuat arus (ampere)

t = waktu (detik)

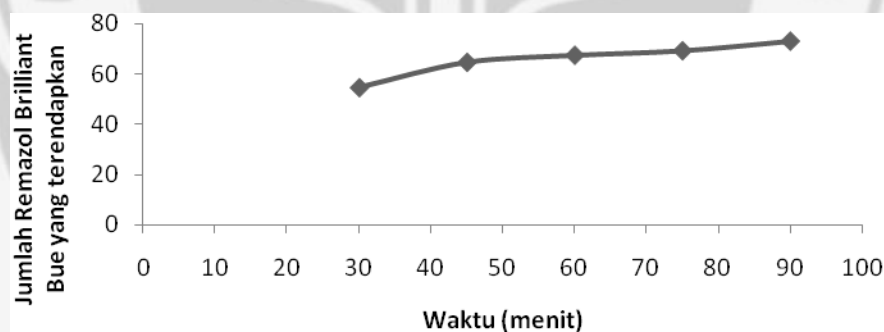
Penelitian ini dilakukan elektrokoagulasi dengan variasi waktu mulai 30, 45, 60, 75 dan 90 menit. Dari data penentuan waktu degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi dapat dibuat grafik sebagai berikut tetapi sebelumnya di buat kurva kalibrasi untuk perhitungan waktu.



Gambar. 9 Kurva kalibrasi pada waktu

Data untuk membuat Gambar. 9 berada dalam lampiran5.

Setelah di dapatkan kurva kalibrasi dengan $y = 0,005x - 0,004$ maka digunakan untuk menghitung konsentrasi degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi yang terendapkan sebelum dan setelah elektrokoagulasi, perhitungannya ada dalam lampiran 5. Dibuat grafik antara jumlah *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan terhadap waktu.



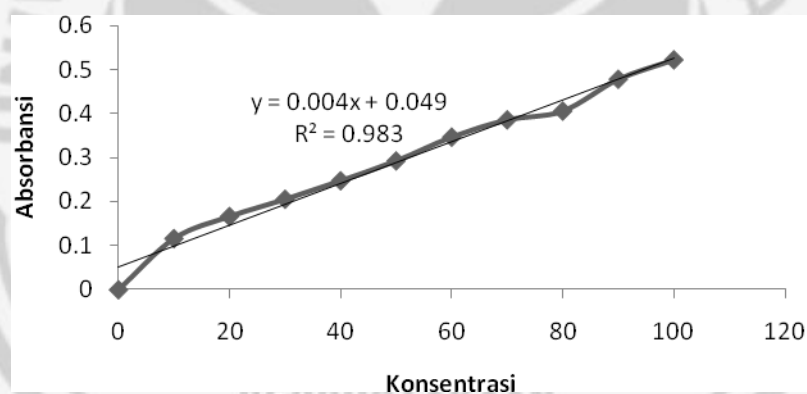
Gambar. 10 Grafik hubungan waktu dan jumlah *Remazol Brilliant Blue* yang terendapkan

Grafik pada gambar. 10 menunjukkan bahwa pada waktu 90 menit adalah koagulasi paling tinggi yaitu 72,8 mg/L. Semakin lama waktu elektrokoagulasi maka timbal hidroksida dalam larutan semakin banyak dan konsentrasi *Remazol Brilliant Blue* semakin mengalami penurunan, dari larutan

terlihat dari perubahan warna larutan seiring dengan bertambahnya waktu elektrokoagulasi yang lama-kelamaan dari larutan berwarna biru pekat menjadi biru jernih akibat teradsorpsi oleh timbal hidroksida.

4.5 Aplikasi Limbah

Kondisi-kondisi yang diperoleh dari data penelitian di atas yang nantinya akan digunakan pada sampel limbah tenun kain. Limbah yang didapatkan berupa larutan pekat, maka dilakukan pengenceran dan didapat harga konsentrasi mulamula yaitu 99,75 mg/L yang diperoleh dari absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 613 nm. Sampel dikondisikan pada pH 4 dan dielektrokoagulasi pada kuat arus 9 ampere selama 90 menit.



Gambar. 11 Kurva kalibrasi pada waktu optimum

Data untuk membuat Gambar. 11 berada dalam lampiran 6.

Persamaan $y = 0,004x + 0,049$ digunakan untuk menghitung jumlah limbah tenun kain yang terendapkan, perhitungannya ada dalam lampiran 6. Konsentrasi awal 99,75 mg/L setelah di elektrokoagulasi didapatkan hasil yang terserap 17 mg/L, Didapatkan efisiensi pengendapan limbah tenun kain sebesar 82,95 %.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. pH degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi adalah pH 4.
2. Kuat arus degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi adalah 9 ampere.
3. Waktu degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan elektrokoagulasi adalah 90 menit.
4. Efisiensi pengendapan limbah tenun kain adalah 82,95 %.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan:

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan logam lain sebagai anoda pengganti timbal.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk mencari kondisi-kondisi optimum lain (efek pengadukan, penambahan zat lain, jarak antar anoda)

Menggunakan metode lain dalam penanganan limbah logam

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Emilia Tuty. 2009. *Pengolahan Limbah Cair Tenun Kain Dengan Proses Filtrasi Dan Adsorpsi*. Bandung : Jurusan Teknik Kimia Fakultas UNSRI. ISBN 978-979-98300-1-2.
- Apriliani, Rini. 2009. *Studi Penggunaan Kurkumin Sebagai Modifier Elektroda Pasta Karbon Untuk Analisis Timbal (II) Secara Stripping Voltametry*. Surakarta: FMIPA Universitas Sebelas Maret.
- Atkins. P. W. 1996. *Kimia fisika/ oleh P. W. Atkins; alih bahasa, Irma I. Kartohadiprodo*-Ed. 4. Jakarta: Erlangga.
- Day, R.A dan Underwood, A.L.1989. *Analisis Kimia Kuantitatif Terjemahan: Iis Sopyan Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Dewi, Sari. 2006. *Dekolorisasi Zat Warna Tekstil Dari Limbah Pencucian Jeans Secara Elektrolisis Dengan Elektroda Besi (Fe) dan Batang Karbon*. Tugas Akhir II. Semarang : UNNES
- Dogra, S.R dan S.Dogra.1990. *Kimia Fisika dan Soal-Soal*. Jakarta : UI Press.
- Firman, T.A., Suyati, L., Rahmanto W. H. 2008. *Efek Anode Aluminium dan Konsentrasi KCl Terhadap Rendemen $Mg(OH)_2$ Pada Elektrolisis Sistem $Al/MgSO_4, KCl/H_2O/C$* . Semarang : Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro.
- Fitriani, Endah. 2009. *Degradasi Zat Warna Azo Acid Orange 7 (AO-7) Menggunakan TiO_2 /Zeolit Alam Secara Fotokatalitik*. Tugas Akhir II. Semarang : UNNES.
- Hakim, Em. Lukman. 2007. *Nyatakan Kasih Dengan Tenun*. Surakarta : FMIPA. Universitas Sebelas Maret.
- Hakim, Lukman (L2C004242) dan Yayat, Iman Supriyatna (L2C004285). 2005. *Pengambilan Logam Ni Dalam Limbah Elektroplating Dengan Proses Koagulasi Flokulasi*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Hidayah, F F., Suyati, L., dan Nuryanto, R. 2008. *Efek KOH Terhadap Rendemen Magnesium Hidroksida Pada Elektrolisis Sistem $C/KOH/MgSO_4, KCl/C$* . Semarang : Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro.
- Indrawati., dkk. 2008. *Dekolorisasi Larutan Remazol Brilliant Blue Menggunakan Ozon Hasil Elektrolisis*. Semarang : Jurusan Kimia UNDIP.

- Junaedi, Mahbub. 2008. *Pengaruh Waktu Elektodekolorisasi Rhodamin B Dalam Sampel Simulasi Limbah Cair Industri Tekstil Pada pH Dan Konsentrasi Elektrolit Optimum Terhadap Penurunan Kadarnya*. Tugas Akhir II. Semarang : UNNES.
- Mallinckrodt, Baker. 2008. *Material Safety Data Sheet*.
- Manurung, R., Hasibun, R., Irvan. 2004. *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob*. e-USU Repository Universitas Sumatera Utara.
- Mulyani, Sri., Hendrawan. 2003. *Common Text Book (Edisi Revisi) Kimia Fisika II*. Fakultas Pendidikan MIPA-UPI.
- Ningrum, Lara Puspita., dkk. 2008. *Dekolorisasi Remazol Brilliant Blue Dengan Menggunakan Karbon Aktif*. Semarang : Jurusan Kimia UNDIP.
- Nirmasari, Asty Dwi., dkk. 2008. *Pengaruh pH Terhadap Elektodekolorisasi Zat Warna Remazol Black B Dengan Elektroda PbO₂*. Semarang : Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia FMIPA UNDIP.
- Noorikhlas, F., Widodo, D. S., Ismiyanto. 2008. *Analisis Produk Elektrolisis Senyawa Penyusun Limbah Batik : Elektrolisis Larutan Remazol Black B*. Semarang : Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro.
- Puspasari, Fitria., dkk. 2010. *Pengaruh Waktu Pada Elektrokoagulasi Berelektroda Multiplate Fe-Al Terhadap Limbah Cair Industri Tahu Ditinjau Dari Nilai BOD Dan TSS*. PKMP. Surakarta : FMIPA. Universitas Sebelas Maret.
- Riyanta, Aldi Budi. 2010. *Penanganan Limbah Cair Yang Mengandung Ion Cr⁶⁺ Dengan Metode Elektrokoagulasi Dan Adsorpsi*. Tugas Akhir II. Semarang: UNNES.
- Susetyaningsih, Retno., Endro, Kismolo., Prayitno. 2008. *Kajian Proses Elektrokoagulasi Untuk Pengolahan Limbah Cair*. Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, Agustus 2008: Hal 339-344. ISSN 1978-0176.
- Vogel, A. I. 1985. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro Dan Semimikro*. Jakarta: PT. Kalman Media Pusaka.
- Widodo, Ghaib dan Supardjo. 2007. *Pemungutan Serbuk U₃Si₂ Dari PEB U₃Si₂-Al Secara Elektrolisis Dengan Menggunakan Elektroda Selektif*. Urania Vol . 13 No. 4, Oktober 2007 : 147-190. ISSN 0852-4777.

Lampiran 1

Pembuatan larutan-larutan yang diperlukan :

1. Larutan Induk *Remazol Brilliant Blue* 1000 ppm

Menimbang 1 gram *Remazol Brilliant Blue* dilarutkan dengan akuades dalam labu takar 1000 mL sampai tanda batas.

2. Larutan Asam Sulfat (H_2SO_4) 0,1 M

$$M = \frac{1,84 \text{ g/mL} \times \frac{98 \times 1000}{100}}{98 \text{ g/mol}}$$

$$= 18,024 \text{ mol / mol}$$

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \cdot M_2}{M_1}$$

$$= \frac{250 \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ M}}{18,024}$$

$$= 1,3 \text{ mL}$$

Mengambil 1,3 mL H_2SO_4 pekat kemudian ditambah dengan akuades hingga menjadi 250 mL.

3. Larutan NaOH 0,1 M

$$M = \frac{m \times 1000}{M_r \times V_{\text{larutan}}}$$

$$0,1 \text{ M} = \frac{m \times 1000}{40 \text{ g/mol} \times 1000 \text{ mL}}$$

$$m = 40 \times 0,1 \text{ g}$$

$$= 4 \text{ g}$$

Melarutkan 4 gram NaOH kedalam labu takar 1000 mL dan menambahkan akuades hingga tanda batas.



Lampiran 2

Skema Alur Kerja

1. Pembuatan larutan induk *Remazol Brilliant Blue* 1000 ppm

Menimbang 1 gram serbuk *Remazol Brilliant Blue*

Dimasukkan dalam labu takar 1000 mL + aquades hingga tanda batas

2. Penentuan kurva kalibrasi *Remazol Brilliant Blue*

Mengambil larutan induk 100 ppm

Dimasukkan dalam labu takar 10 ml + akuades

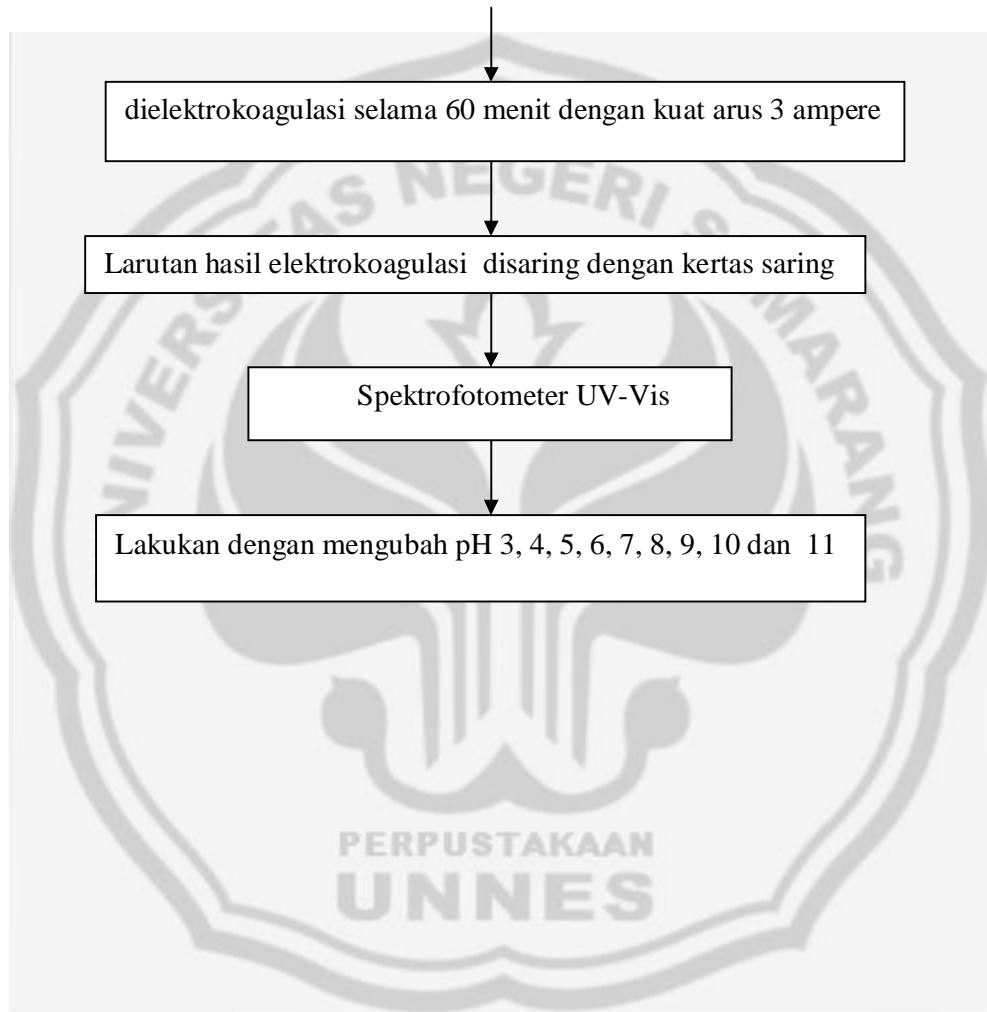
Untuk 10 ppm → 1 ml	Untuk 60 ppm → 6 ml
Untuk 20 ppm → 2 ml	Untuk 70 ppm → 7 ml
Untuk 30 ppm → 3 ml	Untuk 80 ppm → 8 ml
Untuk 40 ppm → 4 ml	Untuk 90 ppm → 9 ml
Untuk 50 ppm → 5 ml	Untuk 100 ppm → 10 ml

Diukur dengan panjang gelombang maksimum

dibuat kurva kalibrasi konsentrasi larutan *Remazol Brilliant Blue* terhadap absorbansi

3. Degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan Elektrokoagulasi pada variasi

40 mL larutan Remazol Brilliant Blue 100 ppm di masukan dalam gelas kimia + Na_2SO_4 0,7102 gram + larutan H_2SO_4 0,1 N hingga pH 2



4. Degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan Elektrokoagulasi *Blue* pada variasi kuat arus. kuat arus

40 ml *Remazol Brilliant Blue* 100 ppm ditambah Na_2SO_4 0,7102 gram dan NaOH 0,1 M atau H_2SO_4 0,1 M hingga pH 4

Memasukkan larutan dalam labu takar 50 ml dan tepatkan sampai tanda batas

Elektrolisis pada variasi kuat arus 3 ampere selama 60 menit

Larutan hasil elektrokoagulasi disaring dengan kertas saring

Spektrofotometer UV-Vis

Lakukan dengan mengubah arus 4,5; 6; 7,5 dan 9 ampere

5 . Degradasi *Remazol Brilliant Blue* dengan Elektrokoagulasi pada variasi waktu

40 ml Remazol Brilliant Blue 100 ppm ditambah Na_2SO_4 0,7102 gram dan NaOH 0,1 M atau H_2SO_4 0,1 M hingga pH 4

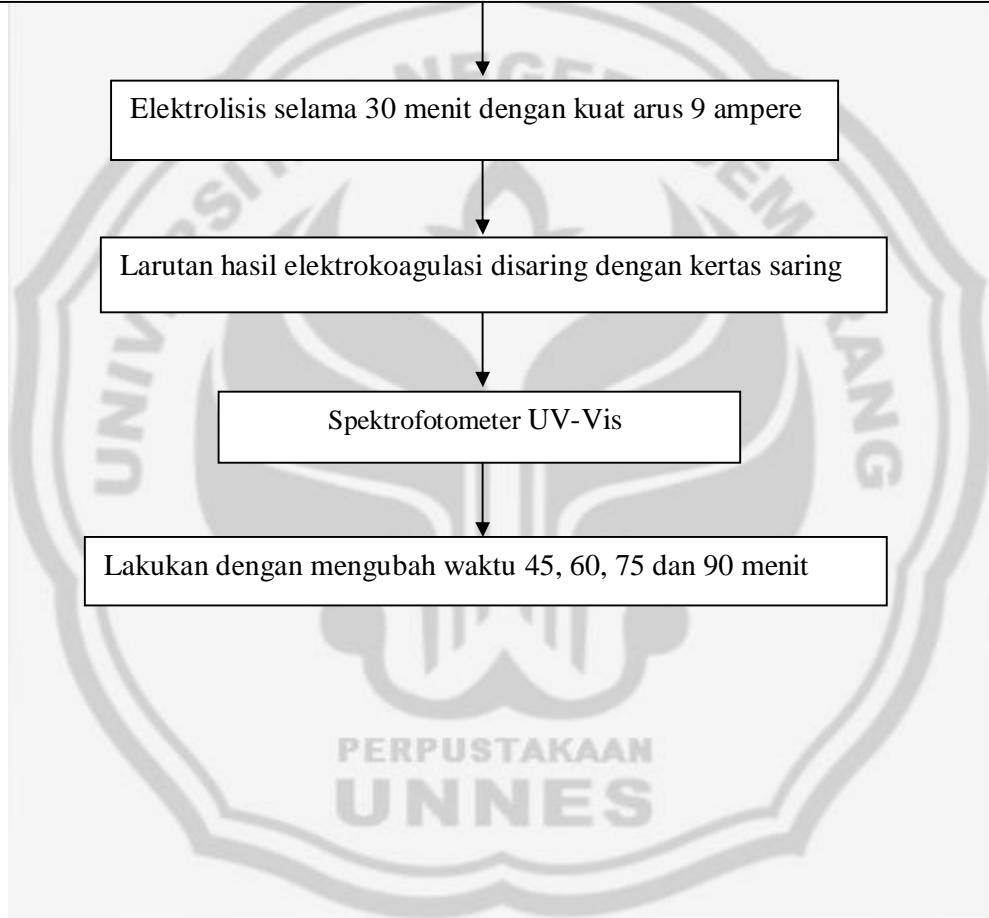
Memasukkan larutan dalam labu takar 50 ml dan tepatkan sampai tanda batas

Elektrolisis selama 30 menit dengan kuat arus 9 ampere

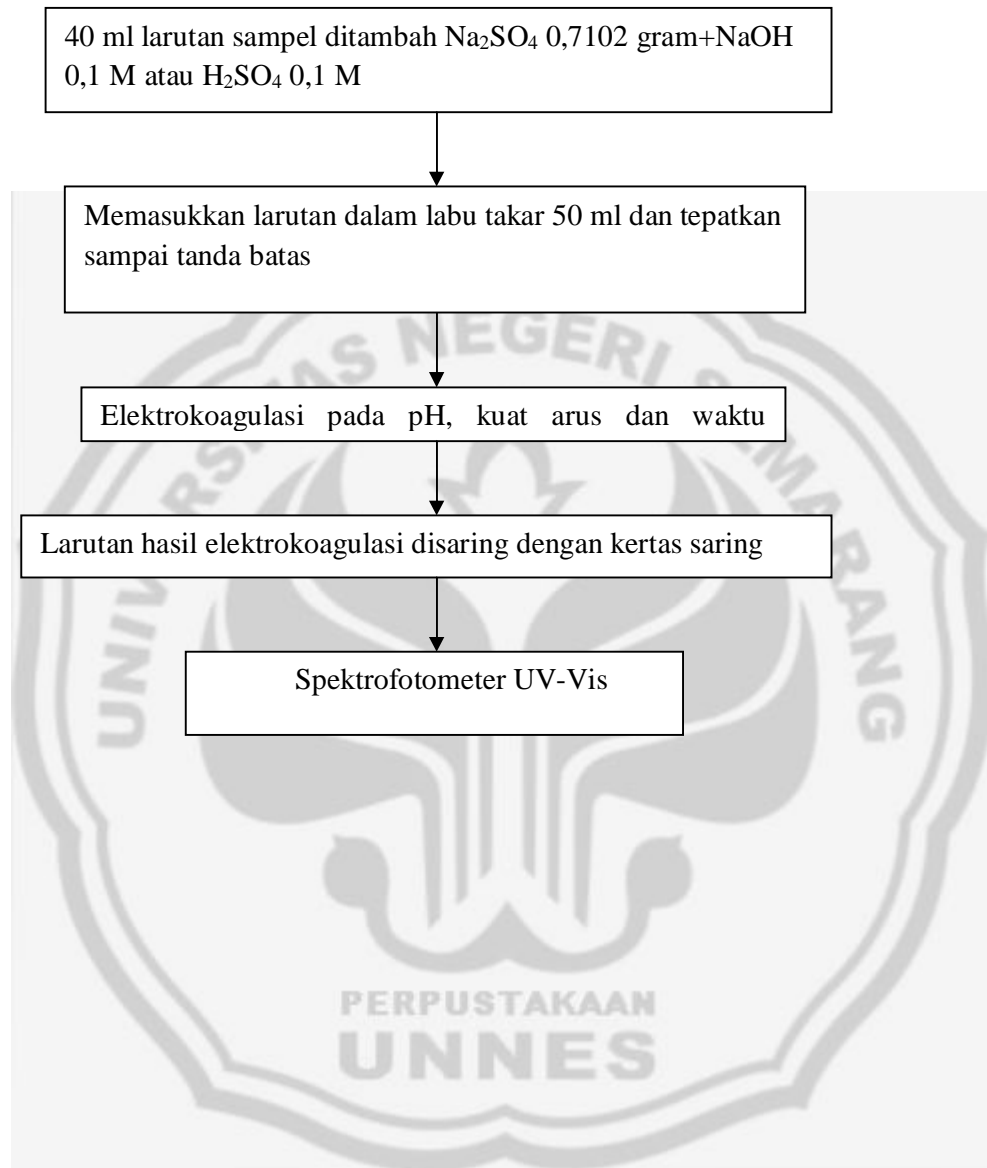
Larutan hasil elektrokoagulasi disaring dengan kertas saring

Spektrofotometer UV-Vis

Lakukan dengan mengubah waktu 45, 60, 75 dan 90 menit



6. Aplikasi degradasi limbah dengan elektrokoagulasi



Lampiran 3

Data kurva kalibrasi untuk perhitungan pH

No	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
1	0	0
2	10	0,124
3	20	0,174
4	30	0,230
5	40	0,272
6	50	0,331
7	60	0,359
8	70	0,408
9	80	0,485
10	90	0,539

Perhitungan pH

Persamaan linier $y = 0,005 x + 0,046$

Konsentrasi Sebelum Elektrokoagulasi

<p>1. Pada pH = 2 Absorbansi = 0,531 $y = 0,005 x + 0,046$ $0,531 = 0,005 x + 0,046$ $x = \frac{0,531 - 0,046}{0,005}$ = 97 mg/L</p>	<p>2. Pada pH = 3 Absorbansi = 0,528 $y = 0,005 x + 0,046$ $0,528 = 0,005 x + 0,046$ $x = \frac{0,528 - 0,046}{0,005}$ = 96,4 mg/L</p>
<p>3. Pada pH = 4 Absorbansi = 0,519 $y = 0,005 x + 0,046$ $0,519 = 0,005 x + 0,046$ $x = \frac{0,519 - 0,046}{0,005}$ = 94,6 mg/L</p>	<p>4. Pada pH = 5 Absorbansi = 0,322 $y = 0,005 x + 0,046$ $0,322 = 0,005 x + 0,046$ $x = \frac{0,322 - 0,046}{0,005}$ = 55,2 mg/L</p>
<p>5. Pada pH = 6 Absorbansi = 0,409 $y = 0,005 x + 0,046$ $0,409 = 0,005 x + 0,046$</p>	<p>6. Pada pH = 7 Absorbansi = 0,413 $y = 0,005 x + 0,046$ $0,413 = 0,005 x + 0,046$</p>

$x = \frac{0,409 - 0,046}{0,005}$ $= 72,6 \text{ mg/L}$ <p>7. Pada pH = 8 Absorbansi = 0,414 $y = 0,005x + 0,046$ $0,414 = 0,005x + 0,046$ $x = \frac{0,414 - 0,046}{0,005}$ $= 73,6 \text{ mg/L}$</p> <p>9. Pada pH = 10 Absorbansi = 0,393 $y = 0,005x + 0,046$ $0,393 = 0,005x + 0,046$ $x = \frac{0,393 - 0,046}{0,005}$ $= 69,4 \text{ mg/L}$</p>	$x = \frac{0,413 - 0,046}{0,005}$ $= 73,4 \text{ mg/L}$ <p>8. Pada pH = 9 Absorbansi = 0,399 $y = 0,005x + 0,046$ $0,399 = 0,005x + 0,046$ $x = \frac{0,399 - 0,046}{0,005}$ $= 70,6 \text{ mg/L}$</p> <p>10. pada pH = 11 Absorbansi = 0,384 $y = 0,005x + 0,046$ $0,384 = 0,005x + 0,046$ $x = \frac{0,384 - 0,046}{0,005}$ $= 67,6 \text{ mg/L}$</p>
--	---

Konsentrasi Setelah Elektrokoagulasi

<p>1. Pada pH = 2 Absorbansi = 0,298 $y = 0,005x + 0,046$ $0,298 = 0,005x + 0,046$ $x = \frac{0,298 - 0,046}{0,005}$ $= 50,4 \text{ mg/L}$</p> <p>3. Pada pH = 4 Absorbansi = 0,151 $y = 0,005x + 0,046$ $0,151 = 0,005x + 0,046$ $x = \frac{0,151 - 0,298}{0,005}$ $= 21 \text{ mg/L}$</p> <p>5. Pada pH = 6 Absorbansi = 0,244 $y = 0,005x + 0,046$ $0,244 = 0,005x + 0,046$</p>	<p>2. Pada pH = 3 Absorbansi = 0,291 $y = 0,005x + 0,046$ $0,291 = 0,005x + 0,046$ $x = \frac{0,291 - 0,046}{0,005}$ $= 49 \text{ mg/L}$</p> <p>4. Pada pH = 5 Absorbansi = 0,145 $y = 0,005x + 0,046$ $0,145 = 0,005x + 0,046$ $x = \frac{0,145 - 0,298}{0,005}$ $= 19,8 \text{ mg/L}$</p> <p>6. Pada pH = 7 Absorbansi = 0,256 $y = 0,005x + 0,046$ $0,256 = 0,005x + 0,046$</p>
--	--

$x = \frac{0,244 - 0,046}{0,005}$ $= 39,6 \text{ mg/L}$ <p>7. Pada pH = 8 Absorbansi = 0,267 $y = 0,005x + 0,046$ $0,267 = 0,005x + 0,046$</p> $x = \frac{0,267 - 0,046}{0,005}$ $= 44,2 \text{ mg/L}$ <p>9. Pada pH = 10 Absorbansi = 0,289 $y = 0,005x + 0,046$ $0,289 = 0,005x + 0,046$</p> $x = \frac{0,289 - 0,046}{0,005}$ $= 48,6 \text{ mg/L}$	$x = \frac{0,256 - 0,046}{0,005}$ $= 42 \text{ mg/L}$ <p>8. Pada pH = 9 Absorbansi = 0,285 $y = 0,005x + 0,046$ $0,285 = 0,005x + 0,046$</p> $x = \frac{0,285 - 0,046}{0,005}$ $= 47,8 \text{ mg/L}$ <p>10. Pada pH = 11 Absorbansi = 0,293 $y = 0,005x + 0,046$ $0,293 = 0,005x + 0,046$</p> $x = \frac{0,293 - 0,046}{0,005}$ $= 49,4 \text{ mg/L}$
--	---

Jumlah Remazol Brilliant Blue yang terendapkan

Konsentrasi sebelum elektrokoagulasi – konsentrasi sesudah elektrokoagulasi

1. Pada pH 2 : 97 mg/L – 50,4 mg/L = 46,6 mg/L
2. Pada pH 3 : 96,4 mg/L – 49 mg/L = 47,4 mg/L
3. Pada pH 4 : 94,6 mg/L – 21 mg/L = 73,6 mg/L
4. Pada pH 5 : 55,2 mg/L – 19,8 mg/L = 35,4 mg/L
5. Pada pH 6 : 72,6 mg/L – 39,6 mg/L = 33 mg/L
6. Pada pH 7 : 73,4 mg/L – 42 mg/L = 31,4 mg/L
7. Pada pH 8 : 73,6 mg/L – 44,2 mg/L = 29,4 mg/L
8. Pada pH 9 : 70,6 mg/L – 47,8 mg/L = 22,8 mg/L
9. Pada pH 10 : 69,4 mg/L – 48,6 mg/L = 20,8 mg/L
10. Pada pH 11 : 67,6 mg/L – 49,4 mg/L = 18,2 mg/L

Tabel 1. 2 Data Penentuan pH

pH larutan	Sebelum Elektrokoagulasi		Sesudah Elektrokoagulasi		Jumlah yang terendapkan (mg/L)
	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	
2	0, 531	97	0, 298	50, 4	46, 6
3	0, 528	96, 4	0, 291	49	47, 4
4	0, 519	94, 6	0, 151	21	73, 6
5	0, 322	55, 2	0, 145	19, 8	35, 4
6	0, 409	72, 6	0, 244	39, 6	33
7	0, 413	73, 4	0, 256	42	31, 4
8	0, 414	73, 6	0, 267	44, 2	29, 4
9	0, 399	70, 6	0, 285	47, 8	22, 8
10	0, 393	69, 4	0, 289	48, 6	20, 8
11	0, 384	67, 6	0, 293	49, 4	18, 2

Lampiran 4

Data kurva kalibrasi untuk perhitungan kuat arus

No	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
1	0	0
2	20	0,183
3	30	0,231
4	40	0,283
5	50	0,335
6	60	0,393
7	70	0,440
8	80	0,469
9	90	0,564
10	100	0,599

Perhitungan Kuat Arus:

Persamaan linier $y = 0,005x + 0,043$

Konsentrasi sebelum elektrokoagulasi:

Absorbansi = 0,465

$$y = 0,005x + 0,043$$

$$0,465 = 0,005x + 0,043$$

$$x = \frac{0,465 - 0,043}{0,005}$$

$$= 84,4 \text{ mg/L}$$

Konsentrasi setelah elektrokoagulasi

<p>1. Pada kuat arus = 3 ampere Absorbansi = 0,428 $y = 0,005x + 0,043$ $0,428 = 0,005x + 0,043$ $x = \frac{0,428 - 0,043}{0,005}$ $= 77 \text{ mg/L}$</p>	<p>2. Pada kuat arus = 4,5 ampere Absorbansi = 0,385 $y = 0,005x + 0,043$ $0,385 = 0,005x + 0,043$ $x = \frac{0,385 - 0,043}{0,005}$ $= 68,4 \text{ mg/L}$</p>
<p>3. Pada kuat arus = 6 ampere Absorbansi = 0,322 $y = 0,005x + 0,043$ $0,322 = 0,005x + 0,043$ $x = \frac{0,322 - 0,043}{0,005}$ $= 55,8 \text{ mg/L}$</p>	<p>4. Pada kuat arus = 7,5 ampere Absorbansi = 0,282 $y = 0,005x + 0,043$ $0,282 = 0,005x + 0,043$ $x = \frac{0,282 - 0,043}{0,005}$ $= 47,8 \text{ mg/L}$</p>
<p>5. Pada kuat arus = 9 ampere Absorbansi = 0,083 $y = 0,005x + 0,043$ $0,083 = 0,005x + 0,043$ $x = \frac{0,083 - 0,043}{0,005}$ $= 8 \text{ mg/L}$</p>	

Jumlah Remazol Brilliant Blue yang terendapkan

Konsentrasi sebelum elektrokoagulasi – konsentrasi sesudah elektrokoagulasi

1. Pada kuat arus 3 ampere : $84,4 \text{ mg/L} - 77 \text{ mg/L} = 7,4 \text{ mg/L}$
2. Pada kuat arus 4,5 ampere: $84,4 \text{ mg/L} - 68,4 \text{ mg/L} = 16 \text{ mg/L}$
3. Pada kuat arus 6 ampere : $84,4 \text{ mg/L} - 55,8 \text{ mg/L} = 28,6 \text{ mg/L}$
4. Pada kuat arus 7,5 ampere : $84,4 \text{ mg/L} - 47,8 \text{ mg/L} = 36,6 \text{ mg/L}$
5. Pada kuat arus 9 ampere : $84,4 \text{ mg/L} - 8 \text{ mg/L} = 76,4 \text{ mg/L}$

Tabel 1. 3 Data Penentuan Kuat Arus

Kuat listrik (ampere)	Sebelum Elektrokoagulasi		Setelah Elektrokoagulasi		Jumlah yang terendapkan (mg/L)
	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	
3	0,465	84,4	0,428	77	7,4
4,5	0,465	84,4	0,385	68,4	16
6	0,465	84,4	0,322	55,8	28,6
7,5	0,465	84,4	0,282	68,4	36,6
9	0,465	84,4	0,083	8	76,4



Lampiran 5

Data kurva kalibrasi untuk perhitungan waktu

No	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
1	0	0
2	10	0,05
3	20	0,098
4	30	0,150
5	40	0,203
6	50	0,249
7	60	0,288
8	70	0,378
9	80	0,421
10	90	0,440
11	100	0,526

Perhitungan Waktu:

Persamaan linier $y = 0,005x - 0,004$

Konsentrasi sebelum elektrokoagulasi

Absorbansi = 0,465

$$y = 0,005x - 0,004$$

$$0,465 = 0,005x - 0,004$$

$$x = \frac{0,465 + 0,004}{0,005}$$

$$= 93,8 \text{ mg/L}$$

Konsentrasi setelah elektrokoagulasi

<p>1. Waktu = 30 menit Absorbansi = 0,193 $y = 0,005x - 0,004$ $0,193 = 0,005x - 0,004$ $x = \frac{0,193+0,004}{0,005}$ $= 39,4 \text{ mg/L}$</p>	<p>2. Waktu = 45 menit Absorbansi = 0,143 $y = 0,005x - 0,004$ $0,143 = 0,005x - 0,004$ $x = \frac{0,143+0,004}{0,005}$ $= 29,4 \text{ mg/L}$</p>
<p>3. Waktu = 60 menit Absorbansi = 0,129 $y = 0,005x - 0,004$ $0,129 = 0,005x - 0,004$ $x = \frac{0,129+0,004}{0,005}$ $= 26,6 \text{ mg/L}$</p>	<p>4. Waktu = 75 menit Absorbansi = 0,120 $y = 0,005x - 0,004$ $0,120 = 0,005x - 0,004$ $x = \frac{0,120+0,004}{0,005}$ $= 24,8 \text{ mg/L}$</p>
<p>5. Waktu = 90 menit Absorbansi = 0,101 $y = 0,005x - 0,004$ $0,101 = 0,005x - 0,004$ $x = \frac{0,101+0,004}{0,005}$ $= 21 \text{ mg/L}$</p>	

Jumlah Remazol Brilliant Blue yang terendapkan

Konsentrasi sebelum elektrokoagulasi – konsentrasi sesudah elektrokoagulasi

1. Pada waktu 30 menit : $93,8 \text{ mg/L} - 39,4 \text{ mg/L} = 54,4 \text{ mg/L}$
2. Pada waktu 45 menit : $93,8 \text{ mg/L} - 29,4 \text{ mg/L} = 64,4 \text{ mg/L}$
3. Pada waktu 60 menit : $93,8 \text{ mg/L} - 26,6 \text{ mg/L} = 67,2 \text{ mg/L}$
4. Pada waktu 75 menit : $93,8 \text{ mg/L} - 24,8 \text{ mg/L} = 69 \text{ mg/L}$
5. Pada waktu 90 menit : $93,8 \text{ mg/L} - 21 \text{ mg/L} = 72,8 \text{ mg/L}$

Tabel 1. 4 Data Penentuan Waktu

Waktu (menit)	Sebelum Elektrokoagulasi		Sesudah Elektrokoagulasi		Jumlah yang terendapkan (mg/L)
	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	
30	0,456	93,8	0,193	39,4	54,4
45	0,456	93,8	0,143	29,4	64,4
60	0,456	93,8	0,129	26,6	67,2
75	0,456	93,8	0,120	24,8	69
90	0,456	93,8	0,101	21	72,8



Lampiran 6

Data kurva kalibrasi untuk perhitungan pada aplikasi limbah

No	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
1	0	0
2	10	0,116
3	20	0,166
4	30	0,205
5	40	0,247
6	50	0,292
7	60	0,346
8	70	0,385
9	80	0,405
10	90	0,477
11	100	0,521

Persamaan linier $y = 0,004x + 0,049$

Konsentrasi sebelum elektrokoagulasi

Absorbansi = 0,448

$$y = 0,005x + 0,049$$

$$0,448 = 0,005x - 0,049$$

$$0,448 - 0,049$$

$$x = \frac{0,448 - 0,049}{0,004}$$

$$= 99,75 \text{ mg/L}$$

Konsentrasi setelah elektrokoagulasi

Absorbansi = 0,117

$$y = 0,005x + 0,049$$

$$0,117 = 0,005x - 0,049$$

$$0,117 - 0,049$$

$$x = \frac{0,117 - 0,049}{0,004}$$

$$= 17 \text{ mg/L}$$

Menghitung Efisiensi Pengendapan Limbah Tenun Kain Troso

Konsentrasi awal limbah : 99,75 mg/L

Konsentrasi akhir limbah : 17 mg/L

Selisih konsentrasi : 82,75 mg/L

$$\text{Efisiensi pengendapan} = \frac{82,75}{99,75} \times 100 \% = 82,95 \%$$



Lampiran 7**Foto- foto penelitian**

Sebelum elektrokoagulasi



Sesudah elektrokoagulasi



Proses elektrokoagulasi



Spektrofotometer UV-Vis



Limbah tenun kain



Hasil elektrokoagulasi limbah