

ANALISIS KAJIAN IMPLEMENTASI PENDEKATAN SAINS, TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT (STM) PADA BAHAN AJAR REDOKS DAN ELEKTROKIMIA

Utami Wijayanti dan Budi Utami

Program Pendidikan Kimia, PMIPA, FKIP Universitas Sebelas Maret

Email : bu_uut@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this research is to study possibility of applying of Science, Technology and Society (STS) approach based on laboratory experiment in Second Basic Chemistry Experimental on subject matter of the redox reactions and electrochemical. The Laboratory experiment that was studied in this research is decreasing of cationic dye Basic Fuchsin concentration with electrodecoloritation method.

This research uses literature review supported by laboratory experimental data. The parameter of this research are the experimental procedures, the availability of experimental materials, the time of experiment, the data analysis and the availability of analytical instruments.

The conclusion of this research is the experimental of decreasing of cationic dye Basic Fuchsin concentration with electrodecolorisation method can be applied for Second Basic Chemistry Experimental on subject matter of the redox reactions and electrochemical because it was a simple experimental procedure, the experimental materials are cheap and easily obtained, experiment time is shorter, easy data analysis and the adequacy of availability of instruments in the laboratory analysis in the laboratory of Chemical Education Department, Teacher Training And Education Faculty, Sebelas Maret University.

**Key Words : Science, Technology and Society (STS) approach,
electrochemical redox reactions, electrodecoloritation method.**

PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan pada abad ke-21 telah dibuktikan dengan semakin canggihnya peralatan teknologi yang ada. IPA merupakan bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan manusia, baik sebagai individu maupun sebagai warga masyarakat. Sains dan teknologi memberikan kontribusi yang besar bagi kesejahteraan umat manusia. Akan tetapi dampak dari perkembangan tersebut adalah keadaan lingkungan yang semakin rusak. Dampak-dampak negatif dari perkembangan sains dan teknologi seperti terjadinya polusi udara, hujan asam, menipisnya lapisan ozon, efek rumah kaca, limbah pabrik, rusaknya ekosistem dan sebagainya selalu membayangi kehidupan manusia. Masalah lingkungan yang terjadi sekarang ini tidak semata-mata hanya menjadi masalah satu atau dua orang saja tetapi merupakan masalah seluruh umat manusia di muka bumi ini tanpa memandang batas usia. (Repi, 2005).



Oleh karena itu pendekatan pembelajaran dengan Sains, Teknologi dan Masyarakat (STM) tidak ditawarkan lagi agar kita mampu memanfaatkan sains dan teknologi bagi kesejahteraan umat manusia, mampu menjaga kelestarian dunia alamiah, mampu memilah dan memilih teknologi yang ramah lingkungan, mampu mengambil keputusan berdasarkan konsep dan prinsip ilmiah serta mampu mencari dan menggunakan informasi ilmiah guna memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Dengan model pembelajaran konstruktivistik, pendekatan Sains, Teknologi dan Masyarakat (STM) diharapkan dapat mendekatkan mahasiswa dengan lingkungan dimana sains dijadikan fokus utama dalam pelaksanaannya. Diharapkan dapat menumbuhkembangkan kreativitas mahasiswa nantinya dalam menghasilkan baik itu berupa teknologi sederhana maupun teknologi tinggi yang dapat berguna bagi masyarakat tanpa melakukan pengrusakan lingkungan. Diharapkan melalui pendekatan ini pula mahasiswa juga dapat melakukan interaksi, kolaborasi dan bersosialisasi dengan pendidik, sesamanya, masyarakat dan lingkungan.

Dalam kelas-kelas IPA, pendidikan sains dan teknologi diarahkan agar sains dan teknologi yang mereka pelajari bisa bermanfaat bagi masyarakat. Menurut Poedjiadi (2005) dalam pembelajaran sains seringkali materi tidak dikaitkan dengan keadaan aktual di masyarakat, sehingga konsep-konsep yang dikuasai siswa di sekolah kurang dapat dimanfaatkan atau diaplikasikan kalau seseorang memiliki masalah dalam kehidupannya. Sebagai contoh seorang anak yang telah mempelajari sifat-sifat air, telah mengetahui sifat-sifat partikel yang larut dan tersuspensi dalam air, tidak dapat melakukan penjernihan air dengan alat-alat sederhana.

Oleh karena itu, dalam upaya memenuhi tuntutan dan mengatasi problema-problema tersebut, diperlukan suatu pendekatan pembelajaran yang dapat menumbuhkan minat peserta didik dan mengajak mereka untuk mencintai serta menjadikan suatu kebutuhan baginya akan ilmu kimia, lebih-lebih dalam menghadapi isu-isu sosial dampak penerapan dari Iptek. Salah satu unsur reformasi dalam pendidikan sains di sekolah adalah penerapan Pendekatan Sains, Teknologi, dan Masyarakat (STM). Pendekatan Sains, Teknologi, dan Masyarakat (STM) adalah pendekatan belajar mengajar sains dan teknologi dalam konteks pengalaman dan kehidupan manusia sehari-hari, dengan fokus isu-isu/masalah-masalah yang sedang dihadapi oleh masyarakat, baik bersifat lokal, regional, nasional, maupun global yang memiliki komponen sains dan teknologi. Pendekatan ini sangat cocok untuk pembelajaran sains yang menekankan pada multi-dimensi hasil belajar peserta didik (seperti penguasaan konsep, proses sains, kreativitas, sikap, penerapan, nilai-nilai, dan keterkaitan) (Ghalib, 2002). Dengan pendekatan Sains, Teknologi, dan Masyarakat (STM) ini dimaksudkan untuk menjembatani kesenjangan antara kemajuan Iptek, membanjirnya informasi ilmiah dalam dunia pendidikan, dan nilai-nilai Iptek itu sendiri dalam kehidupan masyarakat sehari-hari. Dengan pendekatan ini diharapkan peserta didik memiliki landasan untuk menilai pemanfaatan teknologi baru dan implikasinya terhadap lingkungan dan budaya ditengah derasnya arus pembangunan pada era industrialisasi. Peserta didik dibiasakan untuk bersikap peduli akan masalah-masalah sosial dan lingkungan yang berkaitan dengan Iptek.



Pada mata kuliah Praktikum Kimia Dasar 2 di program studi Pendidikan Kimia PMIPA FKIP UNS diharapkan mahasiswa dapat menerapkan konsep reaksi redoks dan elektrokimia dalam kehidupan sehari-hari. Melalui pendekatan Sains, Teknologi dan Masyarakat (STM), mahasiswa diberi kesempatan mengkonstruksi sendiri pengetahuannya dan dosen lebih berperan sebagai fasilitator bukan sumber informasi utama. Pembelajaran kimia bersifat berjenjang dan berurutan (*hierarchial and sequential*) sehingga konstruksi pengetahuan mahasiswa yang dibangun dari pengetahuan dan pemahamannya, sangat ditekankan pada pembelajaran kimia dasar. Dengan demikian penanaman konsep baru selayaknya didasarkan pada pengetahuan mahasiswa sebelumnya sehingga terbentuk pengetahuan utuh yang merupakan cerminan dari kecakapan mahasiswa sebelumnya dan kecakapan baru yang dicapai mahasiswa pada setiap akhir pembelajaran. Kegiatan Praktikum Kimia Dasar 2 dilakukan melalui beragam kegiatan seperti pengamatan, pengujian/penelitian, diskusi, penggalian informasi mandiri melalui tugas baca, mencari rujukan buat kliping dari berbagai sumber dan sebagainya (Kurikulum Pendidikan Kimia PMIPA FKIP UNS, 2009). Pada kajian penurunan kadar zat warna kationik *Basic Fuchsin* dengan menggunakan metode elektrodekolorisasi ini, parameter kajian penelitian meliputi prosedur eksperimen, ketersediaan bahan-bahan eksperimen, waktu eksperimen, analisis data dan ketersediaan instrumen analisis yang dapat dilaksanakan pada pembelajaran Praktikum Kimia Dasar 2 di program studi Pendidikan Kimia PMIPA FKIP UNS.

Dengan pendekatan Sains, Teknologi dan Masyarakat (STM), mahasiswa dapat menerapkan konsep reaksi redoks dan elektrokimia yang melibatkan energi listrik dan kegunaannya dalam industri. Industri tekstil merupakan salah satu industri yang memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Produksi limbah cair industri tekstil bersumber dari proses pencelupan (*dyeing*), pencucian (*washing*), pengukuran (*sizing*), pencetakan (*printing*), dan penyempurnaan (*finishing*) (Siregar, 2005). Adanya pabrik industri tekstil yang mengeluarkan limbah zat warna merupakan masalah bagi lingkungan. Masalah lingkungan yang berhubungan dengan kegiatan industri tekstil sebagian besar diakibatkan oleh penggunaan zat warna yang bersifat toksik. Sebagian zat warna yang bersifat toksik tersebut sulit untuk diuraikan serta bersifat karsinogen. Zat warna dalam air buangan limbah industri tekstil mengundang reaksi keras karena akan mengganggu estetika dan adanya racun (Sunartri, 2008). Zat warna banyak digunakan pada proses pencelupan dan pencapan industri tekstil. Limbah cair dari kedua proses ini merupakan salah satu sumber pencemaran air yang cukup tinggi jika tidak dilakukan pengolahan limbah.

Untuk memperkecil dampak negatif yang ditimbulkan terutama kadar zat warna oleh bahan buangan limbah cair zat warna, maka limbah zat warna tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan. Pengolahan limbah zat warna secara teknik dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, diantaranya adalah : koagulasi – flokulasi – sedimentasi, filtrasi, oksidasi – reduksi, terapan elektro (elektrolisis), dan teknologi adsorpsi – absorpsi (Windasari, 2008). Pada penelitian ini, peneliti melakukan penelitian pendahuluan tentang pengolahan zat warna tekstil yaitu proses elektrodekolorisasi untuk menurunkan kadar zat warna tekstil kationik *Basic Fuchsin* yang menggunakan prinsip koagulasi dan flokulasi.



Proses elektrodekolorisasi merupakan salah satu cara untuk menurunkan kadar zat warna tekstil melalui proses elektrolisis dengan menggunakan anoda logam aluminium dan katoda inert yaitu batang karbon. Berdasarkan reaksi redoks yang terjadi dalam elektrolisis maka akan dihasilkan aluminium hidroksida. Aluminium hidroksida inilah yang bertindak sebagai koagulan dan flokulan yang dapat menurunkan kadar zat warna tekstil. Pengolahan zat warna tekstil melalui proses elektrodekolorisasi ini mudah dilakukan, yaitu dengan melakukan proses elektrolisis pada zat warna tekstil yang akan diturunkan kadarnya menggunakan alat elektrolisis (Junaedi, 2008).

Penelitian yang peneliti lakukan mengacu pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Junaedi, dkk (2008) tentang pengolahan limbah cair zat warna tekstil Rhodamin B melalui proses elektrodekolorisasi. Dari hasil penelitian tersebut, peneliti mencoba mengembangkan metode elektrodekolorisasi untuk menurunkan kadar zat warna kationik *Basic Fuchsin*. *Basic Fuchsin* merupakan salah satu zat warna yang banyak digunakan dalam industri kulit dan tekstil dan sebagai pewarna dalam biologi. Zat pewarna fuchsin ini merupakan zat berbahaya karena dapat menyebabkan iritasi kulit, gangguan pencernaan dan pernafasan (Anonim, 2009).

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti mencoba melakukan kajian literatur yang didukung dengan eksperimen di laboratorium tentang alternatif pengolahan zat warna tekstil secara sederhana dan mudah yang dengan proses elektrodekolorisasi untuk menurunkan kadar zat warna tekstil kationik *Basic Fuchsin*.

A. Zat Warna

Zat warna dapat digolongkan berdasarkan sumber perolehannya, yaitu zat warna alam dan zat warna sintetis (Croft dalam Djufri, 1979). Sedangkan penggolongan berdasarkan bentuk kimianya dengan melihat gugusan, ikatan dan intinya, yaitu nitro, azo, tiazol, indofenol, nitroso, stilben, difenil metan, trifenil metan, santen, akridin, kinolin, indamin dan lain-lain (Djufri, 1979). Di dalam praktek zat warna tekstil tidak digolongkan berdasarkan struktur kimianya, melainkan berdasarkan sifat-sifat pencelupan maupun cara penggunaannya, zat-zat warna tersebut dapat digolongkan sebagai berikut :

- a. Zat warna asam
- b. Zat warna basa
- c. Zat warna direct
- d. Zat warna belerang
- e. Zat warna mordan
- f. Zat warna bejana
- g. Zat warna dispersi
- h. Zat warna pigmen
- i. Zat warna oksidasi
- j. Zat warna reaktif
- k. Zat warna naftol

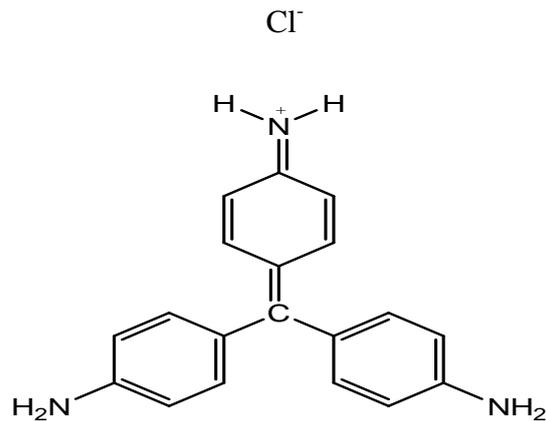
Zat warna basa adalah zat warna yang mempunyai muatan positif atau berkarakteristik sebagai kation, maka zat warna tersebut disebut juga dengan zat warna kationik. Zat warna basa ini umumnya merupakan garam-garam klorida



atau oksalat dari basa-basa organik, misalnya basa ammonium, oksonium, dan sering pula merupakan garam rangkap dengan seng klorida, oleh karena itu khromofor dari zat ini terdapat pada kationnya, maka zat ini kadang-kadang disebut sebagai zat warna kation. Warna-warna dari zat warna basa ini cerah tetapi ketahanan luntarnya kurang baik. Zat warna ini mempunyai daya serap langsung terhadap serat-serat protein (Djufri, 1979).

Fuchsin merupakan zat warna yang diproduksi oleh Renard Freres Francis, nama *Fuchsin* dikutip dari warna bunga tanaman genus *Fuchsia*, diambil untuk menghargai ahli tumbuhan Leonhart Fuchs. *Basic Fuchsin* atau *Magenta* merupakan bahan pewarna merah menyala yang mengandung campuran hidroklorida atau asetat dari rosaniline dan pararosaniline. Zat warna ini berwujud hablur-hablur kecil berkilap hijau cerah. Ketika dilarutkan dalam air zat warna ini menghasilkan warna merah keungu-unguan (magenta) (Anonim, 2009).

Adapun rumus struktur dari zat warna *Basic Fuchsin*, yaitu :



Gambar 1. Struktur Basic Fuchsin

Sifat-sifat dari zat warna *Basic Fuchsin* dapat dilihat dari tabel berikut ini :

Tabel 1. Sifat-sifat zat warna *Basic Fuchsin*

Sifat	Data
Nama Umum	<i>Basic Fuchsin</i>
Nama Yang Disarankan	<i>Basic Fuchsin</i>
Nama Lain	Magenta <i>Fuchsin</i>
Kelas	<i>Triarylmethane</i>
Rumus Molekul	C ₂₀ H ₁₉ N ₃ .HCl
Kelarutan dalam Air	2650 mg/L (25°C)
Absorption Maksimum	540-555
Warna	Merah
Massa Molar	337.86 g/mol (hydrochloride)
Titik Didih	200°C
Log P	2,920
Tekanan Uap	7,49 . 10 ⁻¹⁰ mm Hg (25°C)
K _H	2,28 . 10 ⁻¹⁵ atm-m ³ /mole (25°C)



Sifat	Data
Tetapan rata-rata OH udara	$4,75 \cdot 10^{-10} \text{ cm}^3/\text{molecule-sec}$ (25°C)

(Sumber: <http://en.wikipedia.org/wiki/Chemical>)

Zat warna *Basic Fuchsin* banyak digunakan dalam industri kulit dan tekstil dan sebagai pewarna dalam biologi. Fuchsin juga dipakai untuk pencapan kapas dan rayon viskosa. Selain sebagai zat pewarna, fuchsin banyak digunakan untuk membunuh bakteri bahkan kadang-kadang digunakan sebagai desinfektan. Resiko atau bahaya utama kontak dengan zat warna ini diantaranya :

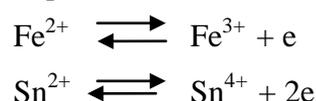
- proses pencernaan
 - proses pernafasan
 - kulit dan kontak mata
 - mudah terbakar pada temperatur tinggi
 - mudah meledak disekitar percikan dan kobaran api terbuka
- (Anonim, 2009).

B. Elektrolisis dan Elektrokolorisasi

Sel ialah susunan dua elektrode dengan elektrolit, yang menghasilkan tenaga listrik akibat reaksi kimia dalam sel (Sukardjo, 2002: 391). Sel elektrokimia adalah sel dalam mana sejumlah energi yang dilepaskan secara serta merta (spontan) dalam suatu reaksi kimia diubah menjadi energi listrik. Metode elektrokimia adalah metode yang didasarkan pada reaksi redoks, yakni gabungan dari reaksi reduksi dan oksidasi yang berlangsung pada elektroda yang sama atau berbeda suatu sistem elektrokimia. Sel elektrokimia dapat diklasifikasikan sebagai sel galvanik bila sel digunakan untuk menghasilkan energi listrik (potensial sel positif) dan sel elektrolisis bila sel memerlukan energi listrik dari suatu sumber. Kedua-duanya berguna di dalam analisis elektrokimia (Day & Underwood, 1992: 257).

Sel elektrolisis adalah suatu sel elektrokimia dalam mana reaksi kimia dipaksa berlangsung dalam arah yang tak serta merta (tak spontan). Pada saat elektrolisis, peristiwa yang terjadi di elektrode ialah reaksi redoks. Pada katoda (kutub negatif) terjadi reaksi reduksi, ini dapat berupa pengendapan logam atau timbulnya gas H₂. Sedangkan pada anoda (kutub positif) terjadi reaksi oksidasi, ini dapat berupa pelarutan logam atau timbulnya gas O₂.

Peristiwa yang terjadi tidak selalu hal di atas, tetapi dapat setiap reaksi reduksi seperti:



Menurut Michael Faraday elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit (misal semikonduktor, elektrolit atau vakum). Elektroda dalam sel elektrokimia dapat disebut sebagai anoda atau katoda, kata-kata yang juga diciptakan oleh Faraday. Anoda ini didefinisikan sebagai elektroda di mana elektron datang dari sel elektrokimia dan oksidasi terjadi, dan katoda didefinisikan sebagai elektroda di mana elektron memasuki sel elektrokimia dan reduksi terjadi. Setiap elektroda



dapat menjadi sebuah anoda atau katoda tergantung dari tegangan listrik yang diberikan ke sel elektrokimia tersebut (Sukardjo, 2002: 436-437).

Dekolorisasi diartikan sebagai penghilangan warna. Proses dekolorisasi dalam penelitian ini dapat diartikan proses berkurangnya konsentrasi zat warna melalui elektrolisis sehingga disebut juga proses elektrodekolorisasi. Prinsip kerjanya menggunakan metode elektrolisis dengan anoda logam aluminium dan katoda inert yaitu batang karbon. Berdasarkan rekasi redoks yang terjadi dalam elektrolisis maka akan dihasilkan aluminium hidroksida. Aluminium hidroksida inilah yang bertindak sebagai koagulan dan flokulan yang akan mengadsorpsi zat warna tekstil (Junaedi, 2008:8).

C. Koagulasi dan Flokulasi

Proses koagulasi dan flokulasi adalah konversi dari polutan-polutan yang tersuspensi koloid yang sangat halus di dalam air limbah, menjadi gumpalan-gumpalan yang dapat diendapkan, disaring, atau diapungkan (Siregar, Sakti A, 2005: 46).

Tabel 2. Waktu yang Diperlukan oleh Partikel untuk Mengendap dengan Jarak Satu Meter

Diameter Partikel (mm)	Material	Waktu Pengendapan per 1 m
10	Kerikil	1 detik
1	Pasir	10 detik
0,1	Pasir Halus	2 menit
0,01	Tanah Liat	2 jam
0,001	Bakteri	8 hari
0,0001	Partikel Koloid	2 tahun
0,00001	Partikel Koloid	20 tahun

(Sumber: Siregar, Sakti A, 2005)

Dari tabel di atas terlihat bahwa partikel koloid sangat sulit mengendap dan merupakan bagian yang besar dalam polutan, serta menyebabkan kekeruhan. Untuk memisahkannya, koloid harus diubah menjadi partikel yang berukuran lebih besar melalui proses koagulasi dan flokulasi (Siregar, Sakti A, 2005: 48).

Menurut Eckenfelder dalam Elida (2001), koagulasi adalah proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan bahan cemaran yang tersuspensi atau dalam bentuk koloid. Partikel-partikel koloid ini tidak dapat mengendap sendiri dan sulit ditangani oleh perlakuan fisik. Melalui proses koagulasi, kekokohan partikel koloid ditiadakan sehingga terbentuk flok-flok lembut yang kemudian dapat disatukan melalui proses flokulasi. Penggoyahan partikel koloid ini akan terjadi apabila elektrolit yang ditambahkan dapat diserap oleh partikel koloid sehingga muatan partikel menjadi netral. Penetralkan muatan partikel oleh koagulan hanya mungkin terjadi jika muatan partikel mempunyai konsentrasi yang cukup kuat untuk mengadakan gaya tarik menarik antar partikel koloid.

Menurut Migo *et al.* dalam Elida (2001), koagulasi yang efektif terjadi pada selang pH tertentu. Penggunaan koagulan logam seperti aluminium dan garam-garam besi secara umum dapat mendekolorisasi limbah cair. Koagulasi merupakan proses destabilisasi muatan pada partikel tersuspensi dan koloid.



Flokulasi adalah aglomerasi dari partikel yang terdestabilisasi dan koloid menjadi partikel terendapkan.

Menurut Echenfelder dalam Junaedi (2008), ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi, antara lain:

1. Konsentrasi koagulan dan flokulan

Kemampuan koagulan untuk mengkoagulasi tergantung pada bagaimana koagulan tersebut menetralkan muatan dari partikel koloid pengotor. Pada umumnya semakin besar konsentrasi koagulan dan flokulan maka akan semakin besar muatan partikel koloid pengotor yang akan ternetralkan (terkoagulasi). Namun, walaupun demikian tidak selamanya dengan bertambahnya konsentrasi koagulan dan flokulan akan diiringi dengan meningkatnya partikel-partikel pengotor yang akan ternetralkan, hal ini karena adanya kespesifikan koagulan dan flokulan dengan tipe partikel yang terkoagulasi.

2. Efek pengadukan

Pengadukan yang tepat dibutuhkan pada saat penambahan koagulan agar distribusi koagulan lebih merata. Pengadukan bertujuan untuk meningkatkan frekuensi interaksi antara partikel pengotor dengan koagulan sehingga didapatkan hasil yang optimal dari proses penetralan muatan negatif parsial dari partikel pengotor dan muatan positif parsial dari koagulan yang ditambahkan. Kombinasi kekuatan, keteraturan dan lama pengadukan sangat berpengaruh terhadap hasil akhir koagulasi.

3. Derajat keasaman sistem dan lingkungan

Untuk setiap jenis air limbah terdapat sedikitnya satu range pH yang tepat untuk proses koagulasi dan flokulasi. Pada pH yang sesuai koagulan biasanya akan bermuatan positif parsial sebagai contoh adalah Aluminium hidroksida dan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ akibatnya upaya penetralan muatan negatif parsial dari pengotor akan semakin besar. Oleh karena itu agar proses koagulasi dan flokulasi berlangsung secara maksimal maka setiap sistem harus dikondisikan pada pH optimumnya.

Mekanisme koagulasi dibedakan menjadi 4 macam:

1. Pemampatan lapisan ionik (Ionik layer compression)
2. Adsorpsi dan penetralan muatan
3. Koagulasi sapan
4. Mekanisme titian

Meningkatnya kekuatan ion dalam larutan akan memampatkan lapisan ganda listrik dan mengurangi rentang jarak gaya tolakan antara partikel koloid yang berdekatan. Jika lapisan tersebut cukup memampatkan, gaya yang paling berperan adalah gaya Van Der Waals. Akibat gaya total yang berlaku pada lapisan ganda listrik antar partikel koloid bersifat menarik, gaya tarikan lebih besar dari pada gaya tolakan antar partikel-partikel koloid yang berdekatan sehingga saling melekat dan mengendap sebagai padatan.

Pada adsorpsi dan penetralan muatan yang paling berperan adalah sifat ionik koagulan dan partikel koloid yang ada dalam sistem dispersi. Sifat ionik koagulan logam berhubungan dengan terbentuknya spesies kompleks logam-hidroksi poli-inti yang terbentuk selama proses destabilisasi berlangsung.



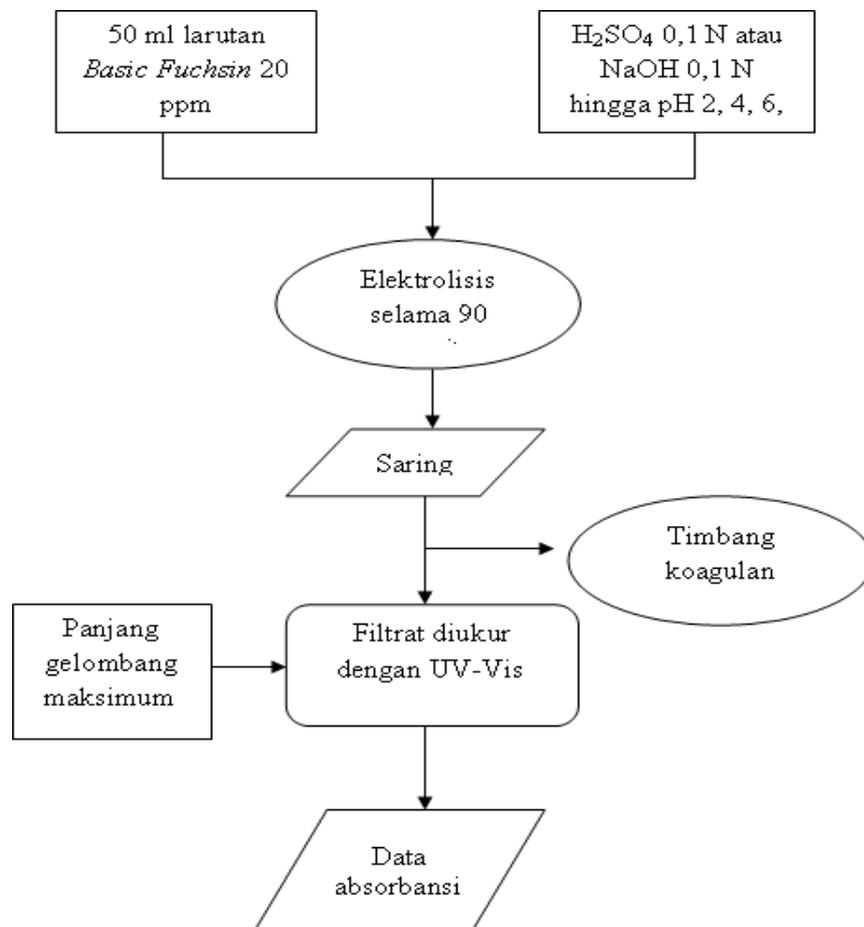
Sedangkan koagulasi sapanu didasarkan pada terbentuknya endapan logam hidroksida pada pH sistem tersebut. Partikel koloid dalam sistem akan terperangkap oleh endapan tersebut, disapu dari larutannya dan turut mengendap sebagai padatan (Purwanti, 1997: 22).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur dengan didukung oleh data eksperimen laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Program Pendidikan Kimia PMIPA FKIP Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2009-September 2009. Pada penelitian ini menggunakan model yaitu berupa zat warna tekstil kationik *Basic Fuchsin* yang berwujud serbuk. Cara pengambilan sampel dalam eksperimen di laboratorium ini adalah purposive sampling karena sampel diambil berdasarkan tujuan tertentu.

Skema Kerja

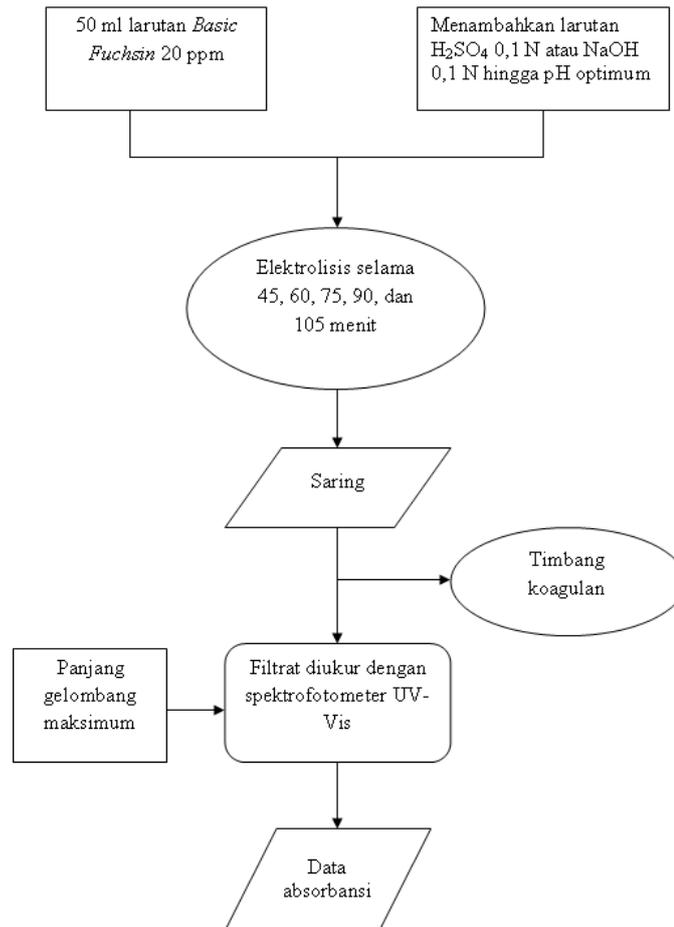
1. Penentuan pH optimum.



Gambar 2. Skema kerja elektrodekolorisasi dalam penentuan pH optimum larutan sampel *Basic Fuchsin*.



2. Penentuan waktu elektrolisis optimum.



Gambar 3. Skema kerja elektrokolorisasi *Basic Fuchsin* dalam penentuan waktu elektrolisis optimum

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kajian literatur yang disertai eksperimen di laboratorium mengenai penurunan kadar zat warna kationik *Basic Fuchsin* dengan menggunakan metode elektrokolorisasi ini bertujuan untuk menurunkan kadar zat warna tekstil kationik *Basic Fuchsin* dengan proses elektrokolorisasi. Dengan demikian dapat menjadi suatu alternatif dalam mengurangi kadar zat warna dalam limbah pabrik, sehingga diharapkan dapat menurunkan tingkat pencemaran lingkungan. Proses elektrokolorisasi dipengaruhi oleh 2 parameter yaitu pH optimum larutan zat warna *Basic Fuchsin* untuk proses elektrokolorisasi dan waktu elektrolisis optimum.

A. Hasil

Penelitian ini dimulai dengan membuat larutan induk zat warna *Basic Fuchsin* 50 ppm, yaitu dengan cara melarutkan sebanyak 50 mg serbuk *Basic Fuchsin* kedalam 100 ml akuades kemudian mengencerkan kedalam labu ukur 1000 ml dengan menambahkan akuades hingga tanda batas. Larutan sampel yang



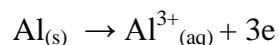
digunakan dalam penelitian ini adalah 20 ppm yang dibuat dengan cara mengencerkannya dari larutan induk 50 ppm, yaitu dengan mengambil larutan induk sebanyak 400 ml kemudian diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 1000 ml. Tahap selanjutnya yaitu persiapan alat elektrolisis. Alat elektrolisis yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari adaptor yang berfungsi mengubah arus listrik AC menjadi DC, kabel penghubung yang berfungsi untuk menghubungkan elektroda dengan sumber arus, dan elektroda yang terdiri dari aluminium sebagai anoda dan batang karbon sebagai katoda inert. Besarnya tegangan luar yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebesar 12 V.

Alat elektrolisis yang digunakan pada penelitian ini secara lebih jelas diperlihatkan pada gambar dibawah ini :

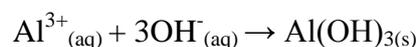


Gambar 4. Alat elektrolisis

Berdasarkan reaksi redoks yang terjadi dalam elektrolisis maka akan dihasilkan aluminium hidroksida. Aluminium hidroksida inilah yang bertindak sebagai koagulan dan flokulan yang akan mengadsorpsi zat warna tekstil. Di dalam sel elektrolisis, anoda merupakan elektroda bermuatan positif. Dalam penelitian ini aluminium digunakan sebagai anoda, karena berfungsi sebagai anoda ketika dialiri listrik maka akan terjadi reaksi oksidasi menjadi ion Al^{3+} sesuai dengan reaksi dibawah ini :

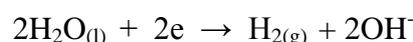


Al^{3+} hasil oksidasi akan bereaksi dengan ion hidroksida membentuk endapan $Al(OH)_3$ sesuai reaksi dibawah ini :



Endapan $Al(OH)_3$ inilah yang bertindak sebagai koagulan dan flokulan dalam dekolorisasi zat warna *Basic Fuchsin*.

Katoda merupakan elektroda bermuatan negatif, katoda yang digunakan dalam penelitian ini yaitu batang karbon yang bersifat inert (hanya mentransfer elektron ke dan dari larutan), sehingga reaksi yang terjadi pada katoda adalah sebagai berikut :

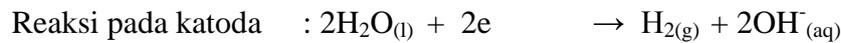


Pembentukan gas hidrogen pada katoda membantu pencampuran dan flokulasi. Sesudah flok terjadi, gas hidrogen membantu flotasi dengan membawa polutan ke lapisan buih flok di permukaan cairan. Elektron yang dihasilkan pada proses oksidasi di anoda diperlukan untuk proses reduksi air di katoda untuk



menghasilkan gas H_2 dan OH^- . Gas H_2 ini diperlukan untuk pembentukan flok dan OH^- diperlukan dalam pembentukan hidroksida yang berperan dalam penyerapan polutan.

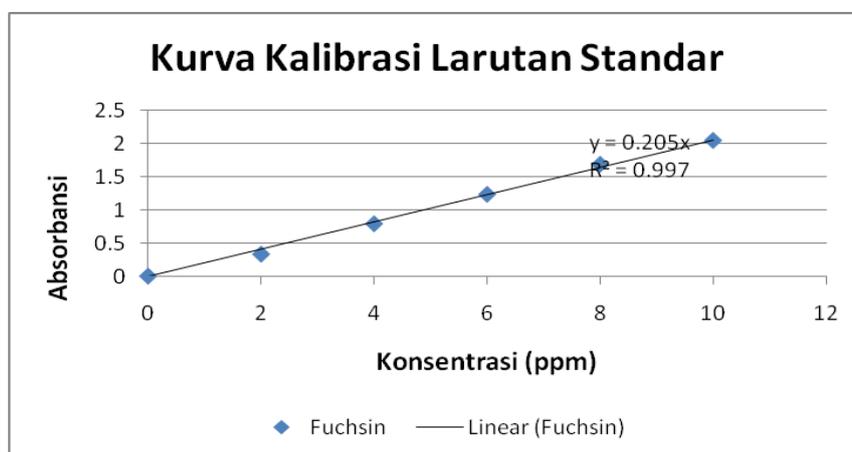
Secara keseluruhan reaksi yang terjadi pada proses elektrolisis ini yaitu :



Untuk mengetahui apakah proses elektrodekolorisasi dapat digunakan untuk menurunkan kadar zat warna *Basic Fuchsin* dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan zat warna *Basic Fuchsin* yang telah dielektrolisis. Kemudian dilakukan analisis konsentrasi dengan menggunakan rumus Lambert Beer. Dari analisis konsentrasi didapatkan bahwa setelah dielektrolisis ternyata konsentrasi larutan zat warna *Basic Fuchsin* menjadi jauh lebih berkurang dibanding konsentrasi awalnya.

Berdasarkan dari hasil pengukuran absorbansi larutan *Basic Fuchsin* menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 sampai 700 nm, diperoleh 1 puncak yaitu pada 541,5 nm. Tingkat keefektifan proses elektrodekolorisasi dapat diketahui dengan terjadinya pengurangan intensitas warna, maka pengukuran absorbansi pada prosedur kerja selanjutnya dilakukan pada panjang gelombang maksimum yang telah diketahui. Karena panjang gelombang maksimum yang diperoleh adalah 541,5 nm, maka pengukuran absorbansi pada prosedur kerja selanjutnya menggunakan spektrofotometer UV-VIS.

Larutan standar yang digunakan telah ditentukan konsentrasinya yaitu sebesar 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, dan 10 ppm kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum yang telah diketahui. Sehingga akan mendapatkan kurva kalibrasi larutan standar *Basic Fuchsin* seperti yang terlihat



pada gambar di bawah ini:

Gambar 5. Kurva kalibrasi larutan standar



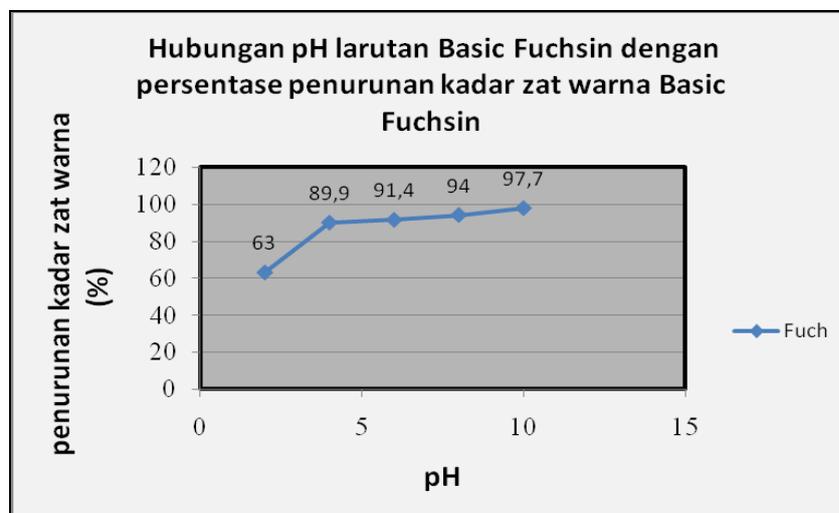
B. Penentuan pH optimum larutan zat warna *Basic Fuchsin* pada proses elektrokolorisasi

Untuk mengetahui pH optimum larutan zat warna untuk menurunkan kadar zat warna *Basic Fuchsin* dilakukan dengan mengelektrolisis larutan zat warna tersebut sebanyak 50 ml dengan konsentrasi 20 ppm. Elektrolisis dilakukan selama 90 menit. Larutan sampel yang akan dielektrolisis divariasikan pada pH 2, 4, 6, 8 dan 10 diukur dengan menggunakan pH meter. Untuk pH asam, larutan sampel ditambah dengan H_2SO_4 0,1 N, sedangkan untuk pH basa larutan ditambah dengan NaOH 0,1 N hingga pH yang diinginkan. Larutan zat warna *Basic Fuchsin* setelah proses elektrolisis diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang telah diketahui pada pengukuran sebelumnya. Dari absorbansi tersebut dapat dihitung konsentrasi akhir larutan zat warna *Basic Fuchsin*.

Tabel 3. Persentase penurunan kadar zat warna *Basic Fuchsin* (%).

No	pH	Persentase penurunan kadar <i>Basic Fuchsin</i> (%)
1.	2	63
2.	4	89,90
3.	6	91,40
4.	8	94
5.	10	97,70

Dari data di atas dapat dibuat grafik hubungan pH larutan *Basic Fuchsin* dengan persentase penurunan kadar larutan *Basic Fuchsin*.



Gambar 6. Grafik hubungan pH larutan *Basic Fuchsin* dengan persentase penurunan kadar *Basic Fuchsin*.



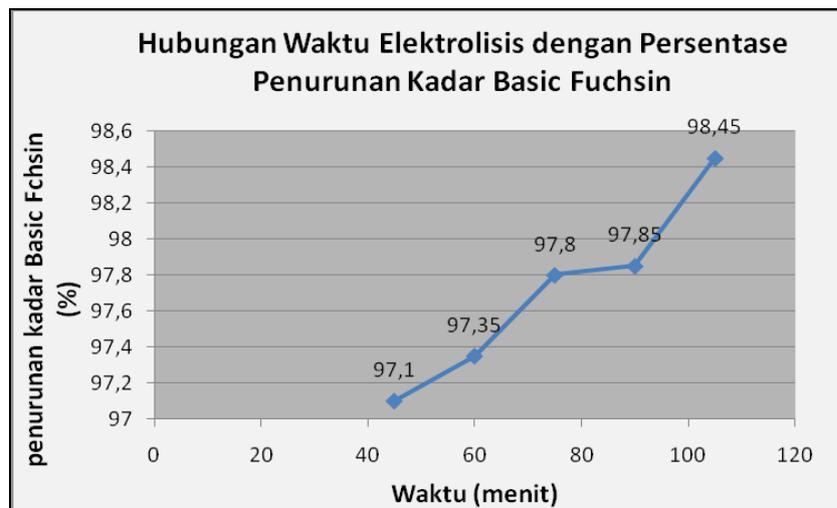
C. Penentuan waktu elektrolisis optimum pada proses elektrodekolorisasi

Waktu elektrolisis merupakan salah satu faktor yang berpengaruh pada proses elektrodekolorisasi. Pada penelitian ini penentuan waktu elektrolisis optimum dilakukan dengan mengelektrolisis 50 ml larutan *Basic Fuchsin* 20 ppm dan mengatur larutan tersebut pada pH optimum yaitu pada pH 10 sesuai dengan prosedur sebelumnya yaitu pada penentuan pH optimum. Selanjutnya elektrolisis dilakukan dengan variasi waktu 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit, dan 105 menit.

Berdasarkan data yang diperoleh diatas dapat dibuat grafik hubungan waktu elektrolisis dengan persentase penurunan kadar *Basic Fuchsin*.

Tabel 4. Persentase penurunan kadar *Basic Fuchsin* (%).

No	Waktu (menit)	Persentase penurunan kadar <i>Basic Fuchsin</i> (%)
1	45	97,10
2	60	97,35
3	75	97,80
4	90	97,85
5	105	98,45



Gambar 7. Grafik hubungan waktu elektrolisis dengan persentase penurunan kadar *Basic Fuchsin*.



PEMBAHASAN

Dari gambar 6 dapat diterangkan bahwa pada pH 2 persentase penurunannya sebesar 63% atau 12,60 ppm; pada pH 4 sebesar 89,9% atau 17,98 ppm; pada pH 6 sebesar 91,4% atau 18,28 ppm; pada pH 8 sebesar 94% atau 18,80 ppm; dan pada pH 10 terjadi penurunan kadar paling besar yaitu 97,7% atau 19,54 ppm. Dari hasil tersebut, maka pH optimum yang digunakan pada proses elektrokolorisasi untuk menurunkan kadar zat warna *Basic Fuchsin* adalah pada pH 10. Hal ini disebabkan karena zat warna *Basic Fuchsin* sendiri bersifat basa, sehingga proses elektrokolorisasi untuk menurunkan kadar zat warna tersebut lebih efektif pada kondisi basa. Namun pada pH sangat basa larutan zat warna tersebut menjadi keruh yang disebabkan karena penambahan NaOH yang terlalu banyak. Hal ini akan mempengaruhi absorbansi ketika dilakukan pengukuran dengan spektrofotometri UV-Vis.

Pada pH optimum tersebut proses elektrokolorisasi dapat berlangsung secara maksimal sehingga penurunan kadar *Basic Fuchsin* paling besar. Pada proses elektrokolorisasi ini menggunakan prinsip koagulasi dan flokulasi, maka dipengaruhi oleh pH atau derajat keasaman. Oleh karena itu agar koagulasi dan flokulasi dalam proses elektrokolorisasi berlangsung secara maksimal maka setiap sistem harus dikondisikan pada pH optimumnya.

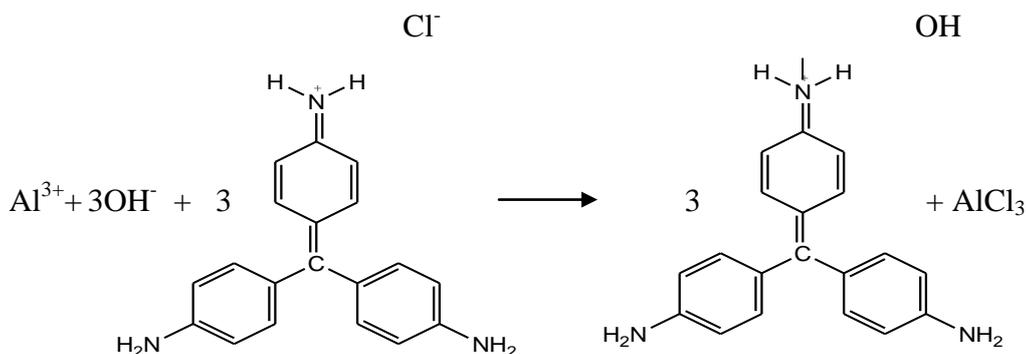
Dari gambar 7 diketahui bahwa penurunan kadar *Basic Fuchsin* maksimal terjadi pada waktu 105 menit, yaitu sebesar 98,45% atau 19,69 ppm. Semakin lama waktu elektrolisis maka pembentukan koagulan juga semakin banyak, sehingga penurunan kadar zat warna *Basic Fuchsin* juga maksimal.

Berkurangnya konsentrasi (kadar) zat warna *Basic Fuchsin* dapat dijelaskan melalui mekanisme koagulasi pemampatan lapisan ionik dan koagulasi sapan. Koloid dikatakan stabil jika semua gaya tolak menolak antara partikel koloid lebih besar daripada gaya tarik massa (gaya Van der Waals) sehingga tidak membentuk endapan. Keberadaan ion Al^{3+} meningkatkan kekuatan ion dalam koloid yang akan memampatkan lapisan ganda listrik dan mengurangi gaya tolak antara partikel koloid. Jika lapisan ionik ini termampatkan maka gaya yang paling berperan adalah gaya tarik massa (gaya Van der Waals), gaya tarikan lebih besar dari gaya tolakan antara partikel-partikel koloid yang saling berdekatan akan melekat dan mengendap mengakibatkan zat warna *Basic Fuchsin* juga akan ikut mengendap.

Koagulasi sapan didasarkan pada terbentuknya endapan logam hidroksida pada pH sistem tersebut. Keberadaan endapan $Al(OH)_3$ yang terbentuk akan menyebabkan terjadinya koagulasi sapan (sweep coagulation) atau penjebakan. Partikel koloid dalam sistem akan terperangkap sehingga membentuk flok yang semakin besar, termasuk partikel koloid dari zat warna tekstil *Basic Fuchsin* juga akan ikut mengendap. Partikel koloid dalam sistem akan terperangkap oleh endapan tersebut, disapu dari larutannya dan turut mengendap sebagai padatan.

Pada proses elektrokolorisasi ini, interaksi kimia antara koagulan $Al(OH)_3$ dengan zat warna *Basic Fuchsin* dapat digambarkan sebagai berikut:





Penurunan kadar zat warna tekstil *Basic Fuchsin* menggunakan proses elektrokolorisasi pada penelitian ini memberikan hasil yang optimum pada lama waktu elektrolisis 105 menit dan pada pH 10. Dari uraian diatas proses elektrokolorisasi dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk menurunkan kadar zat warna tekstil *Basic Fuchsin*.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Eksperimen penurunan kadar zat warna kationik *Basic Fuchsin* dengan menggunakan metode elektrokolorisasi dapat diterapkan pada perkuliahan Praktikum Kimia Dasar 2 materi pokok reaksi redoks dan elektrokimia karena prosedur eksperimen yang sederhana, bahan-bahan eksperimen yang murah dan mudah didapat, waktu eksperimen yang tidak memakan waktu lama, analisis data yang mudah dan kecukupan ketersediaan instrumen analisis di laboratorium program Pendidikan Kimia PMIPA, FKIP UNS.

B. Saran

1. Menggunakan proses elektrokolorisasi untuk menurunkan kadar zat warna tekstil terutama yang mengandung *Basic Fuchsin*.
2. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan mengaplikasikannya terhadap limbah zat warna tekstil *Basic Fuchsin*.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. *Fuchsin*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Fuchsine>. Diunduh pada tanggal 11 Juli 2009.

_____. *Chemical*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Fuchsine>. Diunduh pada tanggal 11 Juli 2009.

Tim. 2009. *Kurikulum Pendidikan Kimia PMIPA FKIP UNS*.

Djufri, Rasyid. 1973. *Teknologi Pengelantangan, Pencelupan, dan Pencapan*. Bandung : Institut Teknologi Tekstil.



- Ghalib, La Maronta. 2002. *Pendekatan Sains, teknologi dan Masyarakat dalam Pembelajaran Sains di Sekolah*. Jurnal Pendidikan Depdiknas No.34 Januari 2002. online www.depdiknas.go.id/jurnal di akses 16 November 2007
- Junaedi, Mahbub, dkk. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil Secara Elektrokolorasi*. <http://www.unnes.ac.id/pkm/limbah.pdf>. Diunduh pada tanggal 24 Juni 2009.
- Novita, Elida. 2001. *Optimasi Proses Koagulasi Flokulasi pada Limbah Cair yang Mengandung Melanoidin*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Poedjiadi, Anna. 2005. *Sains Teknologi Masyarakat Model Pembelajaran Kontekstual Bermuatan Nilai*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
- Purwanti, 1997 dalam Thesis Soedjono, Erwan. 2005. *Penambahan Proses Koagulasi Pada Instalasi Limbah Cair Rumah Sakit*. Surakarta: Universitas sebelas Maret Press.
- R.A Day and A.L Underwood.1992. *Analisa Kimia Kuantitatif Edisi Ke -5*. Jakarta : Erlangga.
- Repi, Rudi A. 2005. *Tingkat Literasi Sains dan Teknologi Siswa SMA se-Kota Manado*. Surakarta : Jurnal Penelitian Pendidikan Paedagogia FKIP Universitas Sebelas Maret. Jilid 8 No.2 Agustus 2005
- Siregar, Sakti A. 2005. *Instalasi Pengolahan Limbah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sukardjo. 2002. *Kimia Fisika*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Sunartri. 2008. *Aplikasi Ampas Tebu (Bagasse) Termodifikasi Sulfonat Untuk Adsorpsi Zat Warna Tekstil Kationik Basic Violet 10 (Rhodamine B)*. Seminar. Surakarta: Fakultas P.MIPA Universitas Sebelas Maret.
- Windsari, Rina. 2008. *Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah Sebagai Adsorben Zat Warna Direct Blue 28*. <http://www.unnes.ac.id/pkm/adsorben.pdf>. Diunduh pada tanggal 10 Juli 2009.

