

**DEGRADASI SENYAWA METIL MERAH DENGAN METODE
ELEKTROLISIS MENGGUNAKAN
ELEKTRODA PLATINA (Pt)**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar
Sarjana Sains (S.Si) Program Studi Ilmu Kimia pada Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta



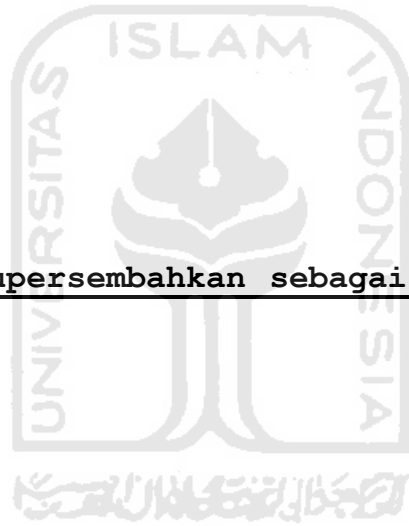
disusunoleh:

DWIPURNOMO
No Mhs : 99612068

JURUSAN ILMU KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2010

TersemBafian

Laporan ini kupersembahkan sebagai tanda bakti dan
sayangku kepada:



Bapak H.TIMOER SANTOSO dan Ibu Hj.SETYOMORNI
tercinta
Joko Purwadi, SH, Diah Norliani. A.Md, yang tercinta
Wahyu Sulastri Darmanita,A.Md, istriku yang selalu
mendukung dan mensupportku.

THANKS TO

Allah SWT

Hartya dengan kEhEndak-Nya segala keinginan dan harapan dapat tsrwujud. Terima kasih atas bimbingan yang Engkau berikan dalam menggapai setiap detik kEhidupan, Amin amin ya Rabb...

Papa, Mama, istri dan Ads'

Bapakku tercinta, **H. Timoer Santaso** atas dorongan moril, spirituil, dan tentu saja materiil yang senantiasa selalu mEmbimbing dan tetep berusaha

Ibuku tercinta, **Hj. SetyDmorni** atas bimbingan dan kasih sayangmu yang membuatku benar-benar menjadi seorang anak yang paling beruntung dilahirkan dikeluarga besar ini

Istriku tersayang, Wahyu Sulastri Darmanita atas kasih sayang dan cinta sebagai istri dan dibanggakan

AdeO yang tercinta Joke Purwadi, SH dan Diah Norliani. AMd yang selalu mensupportQ dan bersemangat demi kemajuanQ, ayo dek semangat yach...!!!!

Semua keluargaku dari keluarga Besar Kudus, Wancsobn dan Jogjakarta. Terima kasih atas dukungannya selama ini yang merupakan nafas yang sangat berharga dalam urat nadi kehidupanku..

Sahabatku Tersayang.. Engkaulah yang selama ini menjadi tempatku berkeluh kesah. tempatku mengadu atas segala duka. lara, sedih dan gembira. Engkau juga tempatku meminta pertolongan. Engkau ada di saat aku membutuhkanmu. Engkau senantiasa berusaha memotivasiku, engkau membuatku malu terhadap dirr sendiri. Engkaulah yang banyak membuatku belajar kehidupan, belajar menjadi pribadi yang lebih baik". Maafkan aku ya. walaupun namamu tidak kusebut, yang penting kamu selalu ada di dalam hati sanubariku. Terima kasih telah menjadi bagian dalam hidupku sebagai teman sahabat dan cinta. Bersamamu banyak asa dan harapan yang akan kita

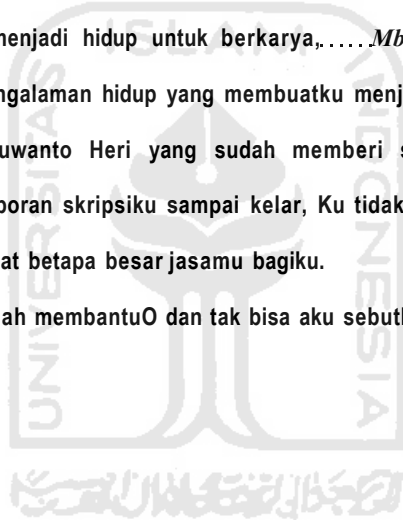
rajut 'tuk mencapainya. Dan aku akan selalu mengingat masa-masa kebersamaan kita. aku akan selalu

Teman-teman HDCI Jogjakarta tercinta

Keluarga Besar HDCi jogjakarta yang telah memberikan tempat bagiku untuk berteduh menuntut ilmu hingga usai diwisuda, ku mobon maaf pabila selama kebadiranku temen" bikerz kurang berkenan dihati. Terima kasih bBnyakjBsa yang bBrharga buatku, a min,.—

Buat temen seperjuangan *Siti Fatimah* yang selalu memberikan semangat dan support luar biasa membuat sesearang menjadi hidup untuk berkarya,. . . . *Mba Fat*, thanks banget yang senantiasa berbagi pengalaman hidup yang membuatku menjadi orang yang tetep tegar dan tetep berusaha. Yuwanto Heri yang sudah memberi semangat dan supportnya sehingga Penulisan Laporan skripsiku sampai kelar, Ku tidak bisa membalas jasa kalian ku hanya bisa mengingat betapa besar jasmu bagiku.

Tak lupa untuk semua orang yang telah membantuO dan tak bisa aku sebutkan satu persatu.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikumWr. Wb

Dengan mengucapkan Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas rahmat dan segala limpahan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul "**Degradasi Senyawa Metil Merah Dengan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Platina (Pt)**". Tak lupa pula penulis haturkan shalawat serta salam terhadap junjungan alam dan sang revolusioner Rasulullah Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman kejahiliah menuju dunia yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

Penyusunan skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar SI di Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

Penyelesaian penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan pihak-pihak lain yang ikut terlibat di dalamnya. Untuk itulah, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Yandi Syukri, M.Si., Apt. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

2. Bapak Riyanto, M.Si, Ph.D. selaku dosen pembimbing I, terimakasih atas kesempatan, bimbingan serta motivasinya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Tatang Shabur Julianto, M.Si selaku dosen pembimbing II, terimakasih atas kesempatan, bimbingan serta motivasinya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan motivasi serta dukungan baik moril maupun materil kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan seta jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun bagi pihak-pihak yang membutuhkan. Amien....

Wassalamu'alaikumWr. Wb

Jogjakarta, Oktober 2010

penulis

DAFTAR ISI

Halaman judul.....	1
Halaman Pengesahan.....	ii
Motto	
Persembahan.....	iv
Thank's To.....	v
Kata Pengantar.....	vii
Intisari	
Abstract.....	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran.....	49
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penggolongan Zat Warna.....	5
2.2 Metil Merah.....	7
2.3 Pengolahan Limbah Industri Tekstil.....	9
2.4 Elektrolisis.....	11

BAB III. DASAR TEORI

3.1 Industri Tekstil.....	14
3.1.1 Proses Pembuatan Tekstil.....	14
3.1.2 Limbah Industri Tekstil.....	16
3.2 Koagulasi dan Flokulasi.....	17
3.3 Elektrolisis.....	19
3.3.1 Pengertian Elektrolisis.....	19
3.3.2 Komponen-komponen Sel dan Proses Elektrolisis.....	19
3.3.3 Proses Penghantaran Arus Listrik.....	21
3.4 Spektrofotometri UV-Vis.....	22
Dasar Spektrofotometri UV-Vis.....	22

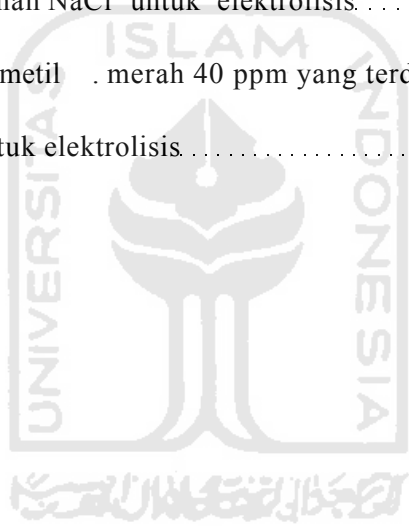
BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	31
4.1.1 Alat-alat yang digunakan.....	31
4.1.2 Bahan-bahan yang digunakan.....	31
4.2 Cara Kerja Penelitian.....	31
4.2.1 Pembuatan Larutan MR dengan konsentrasi 40 ppm.....	31

4.2.1.1 Pembuatan Larutan MR 40 ppm.....	32
4.2.2 Analisis Metil Merah.....	32
4.2.3 Pembuatan Sel Elektrolisis.....	33
4.2.4 Elektrolisis Senyawa Metil Merah.....	33
4.2.5 Analisis dengan Spektrofotometer UV-Vis.....	33
4.2.6 Optimasi kondisi elektrolisis seperti potensial, waktu elektrolisis, dan konsentrasi NaCl yang ditambahkan.....	35
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1 Data hasil analisis dengan spektrofotometer UV-Vis.....	36
5.2 Efek penambahan NaCl pada elektrolisis senyawa metil merah.....	40
5.3 Mekanisme Degradasi Metil Merah.....	55
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan.....	58
6.2 Saran.....	59
Daftar Pustaka.....	60
Lampiran.....	63

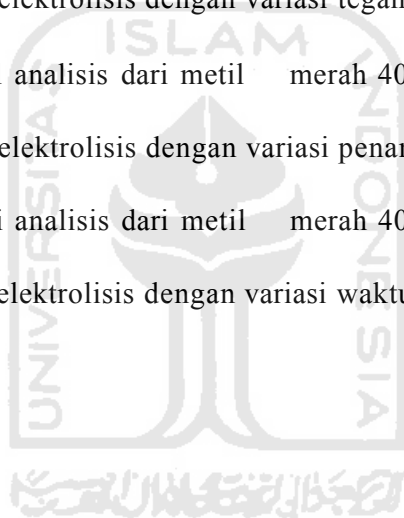
DAFTAR TABEL

Tabel 1	Perbandingan beberapa metode untuk mengolah limbah tekstil.	9
Table 2	Petunjuk umum dalam menginterpretasikan data UV-Vis.	28
Table 3	Data persentase metil merah 40 ppm yang terdegradasi pada variasi tegangan untuk elektrolisis.	35
Table 4	Data persentase metil merah 40 ppm yang terdegradasi pada variasi penambahan NaCl untuk elektrolisis.	37
Table 5	Data persentase metil merah 40 ppm yang terdegradasi pada variasi waktu untuk elektrolisis.	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Struktur Metil Merah	7
Gambar 2	Diagram Sel Elektrolisis	20
Gambar 3	Spektra hasil analisis dari metil merah 40 ppm antara sebelum dan sesudah elektrolisis dengan variasi tegangan	36
Gambar 4	Spektra hasil analisis dari metil merah 40 ppm antara sebelum dan sesudah elektrolisis dengan variasi penambahan NaCl	38
Gambar 5	Spektra hasil analisis dari metil merah 40 ppm antara sebelum dan sesudah elektrolisis dengan variasi waktu	42



DEGRADASI SENYAWA METIL MERAH DENGAN METODE ELEKTROLISIS MENGGUNAKAN ELEKTRODA PLATINA (Pt)

DWI PURNOMO

99612068

INTISARI

Telah dilakukan degradasi senyawa metil merah dengan metode elektrolisis menggunakan elektroda platina.

Penelitian dilakukan dengan cara metil merah dengan konsentrasi 40 ppm dielektrolisis selama 1 jam dengan tegangan 3 Volt kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis dan hasilnya menunjukkan bahwa metil merah yang terdegradasi sebesar 100 %.

Elektrolisis dilakukan kembali dengan cara menambahkan garam NaCl ke dalam larutan dan setelah dilakukan elektrolisis selama 10 menit, hasilnya menunjukkan bahwa larutan telah berubah warna menjadi jernih. Hasil ini kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis dan hasilnya menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan absorbansi sampai 100 % pada daerah Visible (tampak), namun pada daerah UV absorbansi yang ditunjukkan semakin meningkat yaitu pada daerah dengan $\lambda 525$ nm.

Penelitian dilakukan dengan variasi tegangan, waktu elektrolisis, dan penambahan NaCl. Hasil penelitian ini yang paling bagus adalah dengan penambahan NaCl 0,25 gram, tegangan 10 volt, dan waktu elektrolisis 10 menit.

Kata kunci: Degradasi, elektrolisis, Platina, metil merah, spektrofotometer UV-Vis, absorbansi

DEGRADATION OF METHYLEN RED USING ELECTROLYSIS METHOD BY PLATINUM ELETRODE

**DWI PURNOMO
99612068**

ABSTRACT

Degradation of methyl red using electroliysis method by platinum electrode has been done. 40 ppm methyl red solution was electrolyzed during 1 hours with 3 Volt. The product of electrolysis was analyzed by spectrophotometer UV-Vis. Result of spectrophotometer UV-Vis analysis showed that the degradation percentage of methylen blue solution was 100 %.

To improve the efectivity of electrolysis process, in the next experiment NaCl was added into the solution. Result of spectrophotometer UV-Vis analysis after addition of NaCl into the solution showed that the degradation percentage of methylene red solution increase to 100 % in the Visible area however the intensity in the UV area X525 nm.

Key words: Degradation, electrolysis, methyl red, spectrophotometer UV-Vis,
intensity

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara berkembang yang banyak tumbuh industri besar maupun kecil. Perkembangan industri di Indonesia saat ini semakin pesat, seiring dengan perkembangan industri ini akan ada dampak positif dan negatif yang didapat. Dampak positif yang sangat nyata terlihat dalam bidang ekonomi, dari berkembangnya industri ini akan muncul lapangan-lapangan kerja baru yang membutuhkan banyak tenaga kerja sehingga dapat memberikan pekerjaan bagi masyarakat yang belum mempunyai pekerjaan. Namun seiring perkembangan tersebut ada hal yang harus diperhatikan yaitu dampak negatif dari pesatnya perkembangan industri ini terutama dalam industri kimia yaitu hasil samping dari industri yang berupa limbah industri yang perlu segera ditangani dengan maksimal sehingga tidak mengganggu keseimbangan ekosistem dan kelestarian lingkungan. Salah satu industri yang berpotensi sebagai pencemar lingkungan adalah industri tekstil.

Limbah industri tekstil terdiri dari limbah padat dan limbah cair. Pemasakan dan proses pemucatan semua kain adalah sumber limbah cair yang penting, yang menghasilkan asam, basa, COD, BOD, padatan tersuspensi dan zat-zat kimia. Proses-proses ini menghasilkan limbah cair dengan volume besar, pH yang sangat bervariasi dan beban pencemaran yang tergantung pada proses dan zat kimia yang digunakan. Pewarnaan dan pembilasan menghasilkan air limbah yang berwarna

dengan COD tinggi dan bahan-bahan lain dari zat warna yang dipakai, seperti fenol dan logam.

Industri tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Selain kandungan zat warnanya tinggi, limbah industri tekstil juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau sukar diuraikan (Atmaji, dkk, 1999). Setelah proses pewarnaan selesai, akan dihasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat. Biasanya warna air limbah tergantung pada zat warna yang digunakan. Limbah air yang berwarna-warni ini yang menyebabkan masalah terhadap lingkungan.

Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik non-biodegradable, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Di lingkungan, senyawa zat warna sebenarnya dapat mengalami dekomposisi secara alami oleh adanya cahaya matahari, namun reaksi ini berlangsung relatif lambat, karena intensitas cahaya UV yang sampai ke permukaan bumi relatif rendah sehingga akumulasi zat warna ke dasar perairan atau tanah lebih cepat daripada fotodegradasinya (Gunlazuardi, 2001).

Menurut Isminingsih (1973) berdasarkan struktur kimianya zat warna dibagi menjadi bermacam-macam, antara lain: zat warna nitroso, nitro, azo, stilben, difenil metana, trifenil metana, akridin, kinolin, indigoida, aminokinon, anin dan indofenol. Sedangkan berdasarkan pada cara pencelupan atau pewarnaan pada bahan yang akan diwarnai digolongkan menjadi zat warna asam, basa, dispersi,

direct dan lain-lain. Namun, secara garis besar zat warna digolongkan menjadi dua golongan yaitu zat warna alami dan zat warna sintetik.

Salah satu contoh zat warna yang banyak dipakai industri tekstil adalah metilen merah (Tahir dan Wijaya, 2004). Zat warna tekstil merupakan gabungan dari senyawa organik tidak jenuh, kromofor dan ausokrom sebagai pengaktifkeja kromofor dan pengikat antara warna dengan serat (Risnandar dan Kurniawan, 1998). Senyawa ini banyak dipakai untuk indikator titrasi asam basa. Indikator ini berwarna merah pada pH dibawah 4.4 dan berwarna kuning diatas 6.2. Metil merah sangat beracun bagi mahluk hidup karena dalam limbah cair ini sangat susah diuraikan karena stabil terhadap cahaya, temperatur dan oksidasi (Haris and Sathasivam, 2009).

Karena beberapa kelemahan tersebut ada cara baru yang diusulkan yaitu pengolahan limbah cair industri tekstil yang mengandung metil merah dengan cara elektrolisis. Cara elektrolisis sangat sesuai untuk mengolah limbah cair tekstil yang banyak mengandung zat warna organik, karena degradasi di anoda akan mudah tejadi. Cara elektrolisis tidak memerlukan bahan-bahan kimia tambahan, tidak memerlukan proses pemisahan karena katalis bersifat heterogen dan cara penggunaan yang mudah. Hasil akhir proses elektrolisis adalah air dan gas karbon dioksida. Cara elektrolisis tidak memerlukan katalis karena anoda dapat bersifat sebagai katalis dan tempat degradasi. Dengan didapatkan cara pengolahan yang tepat dan murah, pihak industri di samping merasa tidak dirugikan, juga limbah yang dikeluarkan sudah memenuhi baku mutu lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah senyawa metil merah dapat didegradasi menggunakan metode elektrolisis dengan elektroda platina?
2. Berapa persentase degradasi senyawa metil merah dengan menggunakan metode elektrolisis dengan elektroda platina?
3. Bagaimanakah efek dari penambahan NaCl pada elektrolisis zat-zat warna organik seperti metil merah?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mendegradasi senyawa metil merah menggunakan metode elektrolisis dengan elektroda yang digunakan adalah platina.
2. Mengetahui persentase degradasi senyawa metil merah dengan menggunakan metode elektrolisis dengan elektroda platina.
3. Mengetahui efek dari penambahan NaCl pada elektrolisis zat-zat warna organik seperti metil merah.

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan dapat ditemukannya metode baru yang lebih efisien dalam penanganan masalah pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah industri tekstil khususnya untuk limbah industri yang mengandung zat warna metil merah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penggolongan Zat Warna

Menurut Isminingsih (1973) berdasarkan struktur kimianya zat warna dibagi menjadi bermacam-macam, antara lain: zat warna nitroso, nitro, azo, stilben, difenil metana, trifenil metana, akridin, ainolin, indigoida, aminokinon, anin dan indofenol. Sedangkan berdasarkan pada cara pencelupan atau pewarnaan pada bahan yang akan diwarnai digolongkan menjadi zat warna asam, basa, dispersi, direct dan lain-lain. Namun, secara garis besar zat warna digolongkan menjadi dua golongan yaitu zat warna alami dan zat warna sintetik.

Zat warna sintesis sering digunakan karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan zat warna alami. Kelebihan tersebut antara lain : komposisinya selalu tetap, warnanya bervariasi, penggunaannya lebih mudah dan harganya pun lebih murah dibandingkan dengan pewarna alami (Isminingsih, 1973).

Pada proses produksinya perusahaan tekstil menggunakan zat warna untuk mendapatkan suatu kualitas tekstil serta keanekaragaman macam produk yang dihasilkan. Zat warna tekstil adalah semua zat berwarna yang mempunyai kemampuan untuk diserap oleh serat tekstil. Suatu zat dapat berlaku sebagai zat warna apabila mempunyai gugus yang dapat menimbulkan warna (kromofor) dan gugus yang dapat mengadakan ikatan dengan serat tekstil (ausokrom).

Kromofor berasal dari bahasa Yunani yaitu *Chroma* yang berarti warna dan *phoros* yang berarti mengemban.

Zat warna tekstil merupakan gabungan dari senyawa organik tidak jenuh, kromofor dan ausokrom sebagai pengaktif kerja kromofor dan pengikat antara warna dengan serat (Risnandar dan Kurniawan, 1998).

Contoh dari masing-masing gabungan tersebut adalah :

a) Beberapa senyawa organik tidak jenuh sebagai pembentuk zat warna

- Hidrokarbon aromatik dan turunannya, seperti:
benzena, toluena, xilena, naftalena, antrasena, xantena.
- Etenol dan turunannya, seperti:
Fenol dan Kresol.
- Senyawa yang mengandung nitrogen, seperti:
piridin, kinolin dan karbozolum.

b) Beberapa gugus kromofor

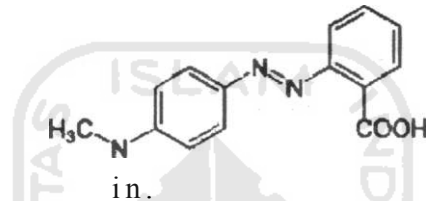
- Gugus Azo : $-N=N-$
- Gugus Nitroso : $-NO$
- Gugus Nitro : $-NO_2$
- Gugus Karbonil: $-C=O$

c) Beberapa gugus ausokrom

- Golongan Kation : $-NH_2$, $-NHCH_3$, $-N(CH_3)_2$
- Golongan Anion : $-SO_3H$, $-OH$, $-CO$

2.2 Metil Merah

Metil Merah (*Methyl Red*) atau disingkat MM adalah senyawa organik yang memiliki rumus kimia $C_{15}H_{15}N_3O_2$, senyawa ini banyak dipakai untuk indikator titrasi asam basa. Indikator ini berwarna merah pada pH dibawah 4.4 dan berwarna kuning diatas 6.2. Warna transisinya menghasilkan warna orange. Struktur dari MM adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Struktur metil merah

Dilihat dari strukturnya, senyawa metil merah masuk dalam golongan kation dalam gugus ausokrom sesuai dengan penggolongan zat warna di atas.

Larutan metil merah dapat membedakan antara larutan asam dengan larutan netral. Larutan asam yang ditetesi metil merah akan tetap berwarna merah, sedangkan larutan netral berwarna kuning. Akan tetapi, metil merah juga akan menyebabkan larutan basa berwarna kuning, berarti, untuk mengetahui apakah suatu larutan bersifat basa atau netral tidak dapat menggunakan metil merah. Menurut Mahmud et al., (2009) metil merah digunakan sebagai pewarna dalam tekstil, kertas, kulit, keramik, kosmetik, tinta dan makanan. Metil merah sangat beracun bagi makhluk hidup karena dalam limbah cair ini sangat susah diuraikan karena stabil terhadap cahaya, temperatur dan oksidasi.

Ada beberapa macam metode untuk menguraikan metil merah dengan cara ultra-filtrasi, serapan elektrokimia, photo-katalis, dan lain lain (Hans and Sathasivam, 2009).

Sifat dan kegunaan metil merah :

- a. mudah terbakar
- b. penyebab penyebab kanker (karsinogenik)
- c. pewarna dalam industri tekstil
- d. sebagai indikator asam basa



2.3 Pengolahan Limbah Industri Tekstil

Pengolahan limbah industri tekstil telah banyak dilakukan penelitian. Beberapa teknik yang selama ini digunakan dapat ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan beberapa metode untuk mengolah limbah tekstil

Metode pengolahan limbah tekstil	Cara kerja	Efektifitas
Cara Biologi	Lumpur yang diaktivasi dengan bantuan aerasi	Penurunan BOD
Pengendapan Kimia	Penambahan bahan pengendap: Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} dengan pengaturan pH.	Penurunan logam berat, TSS, COD dan BOD
Karbon yang diaktivasi	Penjerapan dengan karbon	Penurunan COD, BOD dan warna
Ultrafiltrasi	Penyaringan dengan menggunakan membrane polimer	Penurunan COD, BOD dan warna
Oksidasi dengan Ozon	Proses oksidasi limbah dengan ozon	Penurunan COD, BOD dan warna

Sumber: Demmin dan Uhrich (1988)

Pengolahan senyawa metilen merah dengan menggunakan adsorpsi karbon aktif pernah dilakukan. Parameter yang digunakan adalah pH larutan, waktu kontak, dan aktivitas adsorben. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa karbon aktif dapat mendegradasi metilen merah (Yasin, 2004).

Sintesis komposit TiO_2 bentonit dan pengujian produk sebagai fotokatalis untuk mendegradasi larutan zat warna metilen merah juga pernah dilakukan. Komposit bentonit terpillar TiO_2 disintesis dari bentonit alam dengan agen pemilar kompleks- Ti yang dibuat dengan menambahkan $TiCl_4$ 9,01 M ke dalam HCl 6 M kemudian diencerkan dengan air bebas ion hingga diperoleh konsentrasi Ti akhir 0,082 M. Selanjutnya melalui proses kalsinasi pada temperatur $350^\circ C$ selama 12 jam akan terbentuk bentonit terpillar TiO_2 . Aplikasi fotokatalis untuk degradasi

dilakukan dengan menambahkan 25 mg bentonit terpillar TiO₂ kedalam 25 mL larutan metil merah kemudian disinari dengan sinar ultraviolet pada panjang gelombang 350 nm pada temperatur kamar dengan variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit. Pengurangan metilen merah akibat fotodegradasi dianalisis dengan spektroskopi ultraviolet. Hasil analisis menunjukkan bahwa telah terbentuk komposit bentonit yang terpillar yang ditunjukkan dengan peningkatan basal spacing (d₀₀₁) sebesar 11,07 Å, peningkatan luas permukaan spesifik sebesar 143,543 m²/g dan peningkatan volume total pori sebesar 1,139 x 10¹ mL/g. Penentuan kandungan Ti dalam bentonit, tertinggi diperoleh pada bentonit terpillar sebesar 18,17% (b/b) yang menunjukkan bahwa pemiliran dengan TiC₂ telah berhasil. Konsentrasi metil merah berkurang setelah suspensi disinari dengan sinar UV dan dikatalisis dengan TiC₂ bentonit, yang menunjukkan bahwa degradasi metil merah sudah terjadi. Kajian kinetika menunjukkan reaksi degradasi metil merah mengikuti orde satu dengan konstanta laju reaksi sebesar 0,354 detik⁻¹ (Iqmal Tahir dan Kama Wijaya, 2004).

Metode oksidasi dengan menggunakan bahan-bahan pengoksida dengan teknik *advanced oxidation processes (AOPS)* telah dikembangkan dengan menggunakan radikal bebas hidroksi. AOPS proses menggunakan kombinasi ozon (O₃), hidrogen peroksida (H₂O₂) and radiasi sinar UV. Teknik ini sangat baik untuk mengurangi warna limbah tetapi tidak mampu menurunkan angka COD (Ahmet *et al.*, 2003).

2.4 Elektrolisis

Elektrolisis adalah peristiwa penguraian atau perubahan kimia senyawa tertentu jika dilewatkan muatan arus listrik melalui larutan elektrolit atau zat cair senyawa tersebut. Syarat-syarat untuk melakukan elektrolisis yaitu:

1. Terdapat elektroda yang terdiri dari katoda dan anoda
2. Adanya arus yang mengalir

Elektroda yang sering digunakan dalam elektrolisis senyawa organik seperti zat warna adalah ruthenium, rhodium, lead dan stannum oksida (Vlyssides and Israilides, 1998). Penggunaan elektroda PbO₂ sebagai anoda telah banyak digunakan untuk elektrolisis (Nicola and Badea, 1996; Tezuka and Jwasaki, 1996; Casado and Brillas, 1996). Senyawa orange II telah dapat didegradasi secara sempurna selama 120 menit dengan metode elektrolisis menggunakan anoda PbO₂ dengan densitas arus 0.2 Acm². Polcaro *et al.* (1999) telah melakukan studi elektrolisis 2-chlorophenol dengan anoda Ti/PbO₂. Elektroda Ti/PbO₂ banyak digunakan dalam berbagai industri untuk mengolah limbah cair. Elektroda alloy yaitu gabungan antara Cr, Ni dan Mg (*Stainless steel*) secara spesifik banyak digunakan dalam elektrolisis limbah tekstil. Metode elektrolisis yang sering digunakan dalam mengolah limbah tekstil adalah metode elektrooksidasi. Metode ini merupakan metode yang efektif, selektif, ekonomis, bebas polutan dan sangat sesuai untuk senyawa-senyawa organik. Hasil akhirnya adalah air dan gas karbon dioksida (Polcaro *et al.* 1999).

Teknik elektrolisis tidak memerlukan bahan pengoksidasi dan juga katalis, kerana elektroda (kutub positif) dapat berfungsi sebagai tempat oksidasi dan pada

waktu yang sama dapat berfungsi sebagai katalis. Hal ini menurut pendapat Conway (1986) menyatakan bahwa senyawa organik banyak yang mengalami reaksi di permukaan elektroda bahan padat. Logam dan oksidanya mempunyai sifat alami sebagai katalis aktif, sehingga reaksi organik elektrokimia berlangsung lebih efisien dan elektroda juga berfungsi sebagai tempat oksidasi. Dari uraian di atas disimpulkan bahwa pada waktu yang sama di permukaan elektroda terjadi peristiwa oksidasi dan katalisis sehingga dapat meningkatkan kecepatan reaksi. Menurut teori termodinamika *reversible* (GrOot, 1963; Progoine, 1967 dan Babloyantz, 1986) kemungkinan adanya penggabungan oksidasi dan katalisis di permukaan elektroda sangat mungkin terjadi.

Semua reaksi elektrokimia melibatkan katalis, karena dalam reaksi elektrokimia mengandung elektroda yang digunakan sebagai tempat pertukaran elektron yaitu katalis heterogen. Elektroda memainkan peranan sebagai katalis atau lebih tepat menggunakan istilah katalis elektrokimia, karena katalisis ialah reaksi perpindahan elektron. Kyriacou (1981) menamakan peristiwa katalisis dalam elektrokimia dengan *elektrokatalis*.

Cara menjalankan elektrolisis dengan menaikkan potensial lebih pada interval waktu tertentu dan reaksi di elektroda didominasi oleh transfer muatan, maka akan terjadi arus naik sebagai fungsi dari potensial lebih. Bila kenaikan potensial lebih tidak menaikkan arus maka proses reaksi didominasi oleh transfer massa (Bockris and Drazic, 1972).

Aplikasi elektrolisis untuk oksidasi atau reduksi senyawa organik seperti identifikasi limbah beracun (Tissot and Fragnire, 1994), telah mengoksidasi fenol

dengan menggunakan elektrolisis dan elektroda berpori. Elektroda yang digunakan yaitu platina sebagai katoda dan zeolit yang dimasuki oleh logam Sn dan dalam waktu yang singkat elektrolisis yang dihasilkan cukup baik.



BAB m

DASAR TEORI

3.1 Industri Tekstil

3.1.1 Proses Pembuatan Tekstil

Serat buatan dan serat alam (kapas) diubah menjadi barang jadi tekstil dengan menggunakan serangkaian proses. Serat kapas dibersihkan sebelum disatukan menjadi benang. Pemintalan mengubah serat menjadi benang. Sebelum proses penenunan atau perajutan, benang buatan maupun kapas dikanji agar serat menjadi kuat dan kaku. Zat kanji yang lazim digunakan adalah pati, perekat gelatin, getah, polivinil alkohol (PVA) dan karboksimetil selulosa (CMC). Penenunan, perajutan, pengikatan dan laminasi merupakan proses kering (Setyaningsih, 2007).

Sesudah penenunan serat dihilangkan kanjinya dengan asam (untuk pati) atau hanya air (untuk PVA atau CMC). Penghilangan kanji pada kapas dapat memakai enzim. Sering pada waktu yang sama dengan pengkanjian, digunakan pengikisan (pemasakan) dengan larutan alkali panas untuk menghiiangkan kotoran dari kain kapas. Kapas juga dapat dimerserisasi dengan perendaman daiam natrium hidroksida, dilanjutkan pembilasan dengan air atau asam untuk meningkatkan kekuatannya.

Penggelantangan dengan natrium hipoklorit, peroksida atau asam perasetat - dan asam borat akan memutihkan kain yang dipersiapkan untuk pewarnaan. Kapas memerlukan pengelantangan yang lebih ekstensif daripada kain buatan (seperti pendidihan dengan soda abu dan peroksida). Pewarnaan serat, benang dan

kain dapat dilakukan dalam tong atau dengan memakai proses kontinyu, tetapi kebanyakan pewarnaan tekstil sesudah ditenun. Di Indonesia denim biru (kapas) dicat dengan zat warna. Kain dibilas diantara kegiatan pemberian warna. Pencetakan memberikan warna dengan pola tertentu pada kain diatas rol atau kasa.

Larutan penghilang kanji biasanya langsung dibuang dan ini mengandung zat kimia pengkanji dan penghilang kanji pati, PVA, CMC, enzim, asam. Penghilangan kanji biasanya memberikan BOD paling banyak dibanding dengan proses-proses lain. Pemasakan dan merserisasi kapas serta pemucatan semua kain adalah sumber limbah cair yang penting, yang menghasilkan asam, basa, COD, BOD, padatan tersuspensi dan zat-zat kimia. Proses-proses ini menghasilkan limbah cair dengan volume besar, pH yang sangat bervariasi dan beban pencemaran yang tergantung pada proses dan zat kimia yang digunakan. Pewarnaan dan pembilasan menghasilkan air limbah yang berwarna dengan COD tinggi dan bahan-bahan lain dari zat warna yang dipakai, seperti fenol dan logam. Di Indonesia zat warna berdasar logam (krom) tidak banyak dipakai. Proses pencetakan menghasilkan limbah yang lebih sedikit daripada pewarnaan. Jenis-jenis kandungan limbah industri tekstil adalah:

1. Logam berat terutama As, Cd, Cr, Pb, Cu, Zn.
2. Hidrokarbon terhalogenasi (dari proses dressing dan finishing)
3. Pigmen, zat warna dan pelarut organik
4. Tensioactive (*surfactant*)

3.1.2 Limbah Industri Tekstil

Limbah tekstil merupakan limbah yang dihasilkan dalam proses pengkajian, proses penghilangan kanji, penggelantangan, pemasakan, merserisasi, pewarnaan, pencetakan dan proses penyempurnaan. Proses penyempurnaan kapas menghasilkan limbah yang lebih banyak dan lebih kuat daripada limbah dari proses penyempurnaan bahan sistesis.

Limbah cair industri tekstil umumnya merupakan limbah cair dengan komposisi terbesar berupa senyawa organik. Jika dalam industri terdapat unit pewarnaan pada bahan tekstil, maka limbah cair yang dihasilkan terutama berupa zat warna. Beberapa zat warna yang digunakan dalam industri tekstil dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok, salah satunya adalah senyawa azo yang umumnya merupakan senyawa karsinogenik (beracun) dengan stabilitas yang cukup tinggi. Dalam pengelolaannya, limbah cair industri tekstil umumnya diolah dengan beberapa tahap perlakuan, antara lain oksidasi limbah, perlakuan kimia meliputi koagulasi dan flokulasi, perlakuan fisika seperti filtrasi dan adsorpsi, serta perlakuan biologi dengan teknik penumbuhan mikroba atau lumpur aktif (*active sludge*).

Jika pabrik menggunakan pewarnaan secara terbatas dan menggunakan pewarna tanpa krom atau logam lain, maka gabungan limbah sering diolah dengan pengolahan biologi saja, sesudah penetralan dan ekualisasi. Cara-cara biologi yang telah terbukti efektif ialah laguna aerob, parit oksidasi dan lumpur aktif. Sistem dengan laju alir rendah dan penggunaan energi yang rendah lebih disukai karena biaya operasi dan pemeliharaan lebih rendah. Kolom percik adalah cara

yang murah akan tetapi efisiensi untuk menghiiangkan BOD dan COD sangat rendah, diperlukan lagi pengolahan kimia atau pengolahan fisik untuk memperbaiki daya keijanya.

3.2 Koagulasi dan Flokulasi

Beberapa zat kimia digunakan untuk mengolah air limbah yang dihasilkan oleh proses industri, zat-zat ini dalam proses pengolahan air limbah berfungsi untuk menghiiangkan zat-zat organik yang ada dalam limbah tersebut.

Beberapa zat kimia yang dapat digunakan sebagai penggumpal dalam pengolahan limbah cair tersebut adalah :

- 1) Aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) disebut juga filter aluminium
- 2) Campuran besi(II) sulfat dengan kapur
- 3) Natrium aluminat (NaAlO_2)
- 4) Aluminium ferric (aluminium sulfat yang mengandung besi(II) oksida)
- 5) Boothal (campuran aluminium sulfat dengan sodam abu) (Suhardi, 1991).

Koagulasi adalah proses penghilangan stabilitas koloid dengan mereduksi tolakan elektrostatis antar partikel koloid akibat penambahan elektrolit. Flokulasi adalah proses penghilangan stabilitas koloid dengan mereduksi tolakan elektrostatis akibat kerja polielektrolit dan membuat titian partikel.

Selain itu Skoog (1990) juga menjelaskan bahwa suspensi koloid sering kali stabil untuk periode tak terbatas dan tidak dapat dianalisis secara gravimetri karena partikelnya terlalu kecil untuk disaring. Untungnya stabilitas sebagian besar koloid dapat dikurangi karena pemanasan, digetarkan atau penambahan suatu elektrolit. Perlakuan ini menyebabkan partikel koloid berikatan membentuk

amorf yang dapat tenggelam ke dasar larutan dan dapat disaring. Proses pengubahan sebuah suspensi koloid menjadi padatan yang dapat disaring disebut koagulasi atau aglomometri. Dengan adanya tolakan antara partikel, maka partikel akan terdestabilisasi dan pada akhirnya terjadi agregasi. Agregasi merupakan proses terbentuknya agregat yaitu kumpulan partikel-partikel yang terdestabilisasi. Tahap destabilisasi ini secara khusus dapat dicapai melalui penambahan zat kimia.

Flokulasi sebagai kumpulan agregat menjadi elemen yang lebih besar. Tahap koagulasi (destabilisasi) terjadi saat itu juga ketika bahan kimia penggumpal ditambahkan. Sementara tahap flokulasi (transport) memerlukan waktu yang lebih lama untuk membentuk flok yang lebih besar.

Mekanisme koagulasi terbagi menjadi 4, antara lain :

1. Pemampatan lapisan ionik (*ionic layer composition*)
2. Adsorpsi dan penetralan muatan
3. Koagulasi sapan
4. Mekanisme titian

Meningkatnya kekuatan ion dalam larutan akan memampatkan lapisan ganda listrik dan mengurangi jarak antar partikel koloid yang berdekatan. Jika lapisan tersebut cukup mampat, gaya yang paling berperan adalah gaya van der Waals. Akibat gaya total yang bekerja pada lapisan ganda listrik antar partikel koloid yang bersifat menarik, maka partikel tersebut akan saling melekat dan mengendap sebagai padatan.

Metode koagulasi yang telah berhasil dikembangkan dan terbukti efektif untuk proses pengendapan adalah dengan menambahkan suatu elektrolit, ion

elektrolit yang ditambahkan akan bergabung dengan ion yang terdapat dalam larutan sehingga akan membentuk senyawa netral. Senyawa netral tersebut selanjutnya akan bergabung menjadi partikel yang lebih besar dengan penambahan flokulan. Penambahan flokulan dengan menggunakan metode seperti ini disebut flokulasi (Echenfelder, 2000).

3.3 Elektrolisis

3.3.1 Pengertian Elektrolisis

Elektrolisis adalah peristiwa penguraian atau perubahan kimia senyawa tertentu jika dilewatkan arus listrik melalui larutan elektrolit atau zat cair senyawa tersebut. Arus listrik dihantar melalui perpindahan ion-ion suatu elektrolit karena pengaruh arus listrik sehingga terbentuk persenyawaan baru akibat jual beli elektron dari dan ke elektroda.

Ada banyak tipe elektroda, tetapi gambaran umumnya diringkas sebagai berikut:

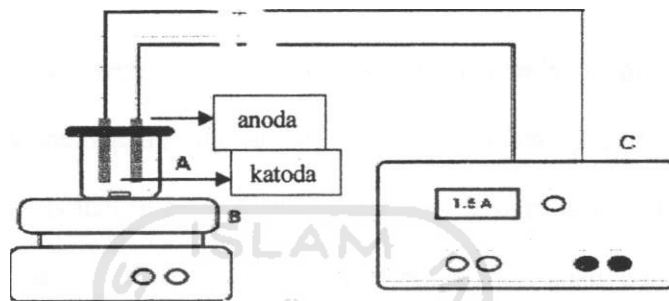
- 1) Arus listrik yang membawa ion akan dibebaskan pada elektroda.
- 2) Ion negatif yang sulit untuk dibebaskan pada anoda menyebabkan penguraian H_2O dan pembentukan O_2 , H^+ dan elektron.
- 3) Ion positif yang sulit untuk dibebaskan pada katoda menyebabkan penguraian H_2O dan pembentukan H_2 , OH^- dan absorpsi elektron.

3.3.2 Komponen-komponen Sel dan Proses Dalam Elektrokimia

Sebuah sel elektrokimia terdiri dari dua konduktor yang disebut elektroda, masing-masing dicelupkan ke dalam larutan elektrolit yang sesuai. Agar arus listrik mengalir ke dalam sistem larutan, diperlukan elektroda yang dihubungkan

secara eksternal dengan kawat logam dan dua larutan elektrolit yang diupayakan saling berhubungan (bukan dicampurkan) untuk memungkinkan perpindahan ion-ion dari suatu larutan ke larutan lainnya.

Diagram sel elektrolisis dapat dilihat pada Gambar



Gambar 2. Diagram sel elektrolisis

Keterangan:

- A. Sel elektrolisis
- B. Magnetic stirrer
- C. Sumber arus listrik

Sepanjang elektrolisis, pengurangan konsentrasi reaktan pada permukaan elektroda berpengaruh baik pada potensial elektroda maupun arus listrik. Karena itu, kecepatan massa transpor reaktan akan bergerak dari larutan yang berkonsentrasi tinggi ke arah permukaan elektroda, dan peristiwa ini merupakan faktor penting dalam mekanisme elektrolisis. Massa transpor disebabkan oleh tiga proses dasar yaitu migrasi, difusi, dan konveksi.

3.3.3 Proses Penghantaran Arus Listrik

Arus listrik dihantar oleh tiga proses dalam seluruh bagian sel. Dalam elektroda baik katoda maupun anoda, partikel elektron berfungsi sebagai pembawa arus listrik yang bergerak dari anoda ke katoda melalui penghantar eksternal.

Di antara kedua larutan dalam bagian sel elektrokimia, mengalir arus listrik yang intinya melibatkan migrasi dari partikel bermuatan positif dan negatif (kation dan anion). Istilah migrasi partikel ini dalam larutan termasuk peristiwa pindah dan bergerak suatu massa (mass transport). Kation lepas dan menjauhi anoda bergerak menuju katoda dan partikel anion bergerak dengan arah berlawanan. Semua partikel ion dalam kedua larutan terlihat dalam proses migrasi dengan arah tertentu.

Proses ketiga terjadi pada kedua permukaan elektroda. Pada proses oksidasi atau reduksi, akan menimbulkan mekanisme hantaran ion dalam larutan yang diikuti oleh serah terima elektron sehingga menyebabkan mengalirnya arus listrik.

Definisi katoda suatu sel elektrokimia adalah suatu elektroda di mana terjadi peristiwa reduksi sedangkan anoda adalah elektroda di mana berlangsung peristiwa oksidasi.

3.4 Spektrofotometri UV-Vis

Dasar Spektrofotometri UV-Vis

1. Serapan oleh senyawa UV

Serapan cahaya oleh molekul dalam daerah spektrum ultraviolet dan terlihat tergantung pada struktur elektronik dari molekul. Spektra ultraviolet dan terlihat dari senyawa-senyawa organik berkaitan erat transisi-transisi diantara tingkatan-tingkatan tenaga elektronik. Disebabkan karena hal ini, maka serapan radiasi Ultraviolet / terlihat sering dikenal sebagai spektroskopi elektronik. Transisi-transisi tersebut biasanya antara orbital ikatan atau orbital pasangan bebas dan orbital non ikatan tak jenuh atau orbital anti ikatan. Panjang gelombang serapan adalah merupakan ukuran dari pemisahan tingkatan-tingkatan tenaga dari orbital-orbital yang bersangkutan. Pemisahan tenaga yang paling tinggi diperoleh bila elektron-elektron dalam ikatan - π tereksitasi yang menimbulkan serapan dalam daerah dari 120 hingga 200 nm. Daerah ini dikenal sebagai daerah ultraviolet vakum dan relatif tidak banyak memberikan keterangan. Diatas 200 nm eksitasi elektron dari orbital-orbital p dan d dan orbital π terutama sistem terkonjugasi - n segera dapat diukur dan spektra yang diperoleh memberikan banyak keterangan. Dalam praktek, spektrometri ultraviolet digunakan terbatas pada sistem-sistem terkonjugasi.

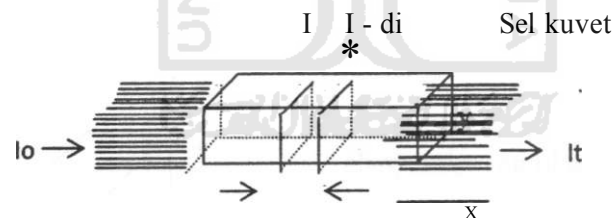
Meskipun demikian terdapat keuntungan yang selektif dari serapan ultraviolet yaitu gugus-gugus karakteristik dapat dikenal dalam molekul-molekul yang sangat kompleks. Sebagian besar dari molekul yang relatif kompleks bersifat

transparan dalam ultraviolet sehingga kita mungkin memperoleh spektrum yang semacam dari molekul yang sederhana.

2. Kegunaan spektrofotometer UV-Vis

Analisis secara kuantitatif dengan serapan radiasi elektromagnetik.

- Serapan tenaga mempunyai interaksi antara poton dengan molekul-molekul senyawa atau cuplikan.
- Serapan juga mempunyai arti tumbukan (tumbukan antara molekul-molekul senyawa dengan foton).
- Tumbukan sebanding dengan banyaknya molekul dan foton.
- Bila jumlah molekul-molekul dan foton dinaikkan, tumbukan juga akan naik.



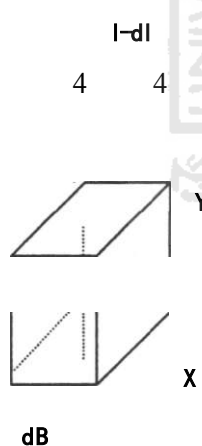
dB

I_0 = Intensitas sinar awal

I_t = Intensitas sinar setelah melewati sel

Untuk mengetahui pengurangan intensitas sinar serapan yang terjadi antara foton dengan molekul-molekul cuplikan dalam sel. Kita bayangkan bila sel kita bagi menjadi bagian-bagian atau segmen-segmen yang kecil yang tak terhingga. Kita perhatikan bagian-bagian sel tersebut dalam hal ini bagian sel setebal db . Intensitas sinar yang mengenai bagian awal dari segmen db mempunyai intensitas I . Bila sinar tersebut melewati segmen setebal db telah terjadi pengurangan intensitas (akibat tumbukan antara foton dan molekul-molekul) sebesar dI . Sehingga sinar setelah lepas dari segmen setebal $db = I - dI$ akan berkurang.

Bila sinar bergerak dari kiri ke kanan, x dan y akan tetap dan b bergerak atau berubah. Turunnya tenaga sinar dI , berbanding langsung dengan N (jumlah molekul cuplikan) dan I (jumlah foton).



Konsentrasi cuplikan: C $^{mmol/mL}$

Volume : $db \cdot x \cdot y \cdot ml$

Banyaknya mmol dalam kuvet setebal:

$db \cdot x \cdot y \cdot mL \cdot c$ $^{mmol/mL}$

Banyaknya molekul (N):

$$N = db \cdot x \cdot y \cdot c \cdot 6,02 \cdot 10^{20}$$

molekul/mmol

$$= db \cdot x \cdot y \cdot c \cdot 6,02 \cdot 10^{20} \text{ molekul}$$

$$= x \cdot y \cdot 6,02 \cdot 10^{20} \cdot db \cdot c \text{ molekul}$$

$$= K^1 \text{ db} \cdot c \text{ molekul}$$

Jumlah tumbukan sebanding dengan :

Hasil kali: $N \times I$

$$d_i < NI$$

$$d_i = K'c \cdot \text{db} \cdot I$$

Karena terjadi pengurangan intensitas sinar

$$d_i = -K^1 \cdot c \cdot \text{db} \cdot I \dots \dots \dots (1)$$

$$- = -K^1 \cdot c \cdot \text{db}$$

$$\ln \frac{I}{I_0} = -K^1 \cdot c \cdot b$$

$$2,303 \log \frac{I}{I_0} = -K^1 \cdot c \cdot b$$

$$\text{Log} \frac{I}{I_0} = \frac{-K^1}{2,303} \cdot b \cdot c$$

$$\text{Log} \frac{I}{I_0} = -\epsilon \cdot b \cdot c \dots \dots \dots (2) \quad \epsilon = \text{epsilon}$$

Bila konsentrasi larutan = g / l, maka:

ϵ diganti dengan a (serapan spesifik)

$$\text{Log} \frac{I_t}{I_0} = -a \cdot b \cdot c$$

$\frac{I}{I_0}$ disebut transmitansi (T) dinyatakan dalam %

$$\text{Log } \frac{I}{I_0} = \log T = -\epsilon \cdot b \cdot c$$

$$-\log T = \epsilon \cdot b \cdot c$$

$$\text{Log } T^{-1} = \epsilon \cdot b \cdot c$$

$$\text{Log } 1/T = \epsilon \cdot b \cdot c$$

- Log T disebut Absorbansi (A)

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c = -\text{Log } T$$

Persamaan ini disebut Hukum Lambert-Beer

Secara kuantitatif kegunaan spektrofotometer uv - vis adalah untuk menentukan konsentrasi sinar (ϵ).

- a. Persamaan Beer - Lambert merupakan persamaan garis lurus atau linier yaitu A berbanding lurus dengan konsentrasi (c)
- b. Hukum Beer - Lambert mempunyai keterbatasan tidak dapat menganalisis konsentrasi dibawah konsentrasi minimal atau diatas maksimal

Analisis secara kualitatif

cuplikan

$$E = h \cdot \nu \quad m \quad \rightarrow$$

- a. Bila senyawa yang memiliki tenaga $E = h \cdot \nu$ mengenai cuplikan maka sebagian tenaga diserap hingga molekul-molekul mengalami kenaikan tenaga.
- b. Tenaga sinar $E = h \cdot \nu$ akan menaikkan tingkat tenaga yang rendah (*grount state*) ke tingkatan yang lebih tinggi (*Exitet state*) disebut peristiwa eksitasi. Bila tenaga sinar dihilangkan maka molekul-molekul keadaan eksitasi akan kembali ke keadaan semula, selama kembali ke keadaan semula energi yang dimiliki akan dilepas berwujud suatu sinar.

Secara kualitatif kegunaan spektrofotometer UV - Vis adalah untuk mengidentifikasi ikatan tidak jenuh atau ikatan rangkap.

Tabel 2. Petunjuk umum dalam menginterpretasikan UV-Vis

Tipe absorpsi	λ_{maks}, nm	ϵ	Transisi	Golongan senyawa kimia
Satu pita	<220	100- 10,000 <100	n -> a n -> π^*	Amina, alkohol, eter, merkaptans sianida
Satu pita (tidak ada penyerapan utama pada panjang gelombang lebih pendek)	250-360	10-100	n \rightarrow n	Tidak terkonjugasi, kromofor (C=O, C=C, N=N, -NO ₂ , -COOR, -COOH, -GOGNH ₂)
Satu pita	>200	1000- 10,000 >10,000		Senyawa aromatik
Tiga pita	\pm 200	1000-10,000		Senyawa aromatik heterosiklik
Pita yang intensitasnya tinggi	>210	10,000-20,000		α , β - keton, diena, poliena
Dua pita	>300 <250	>10,000 Jika terkonjugasi	n \rightarrow π^* $\pi \rightarrow \pi^*$	Keton, ester, asam karboksilat dan senyawa yang tidak mempunyai pasangan electron bebas

(Miller and Neuzil, 1980)

3. Instrumentasi

Instrumen yang digunakan untuk mempelajari serapan atau emisi radiasi elektromagnetik sebagai fungsi dari panjang gelombang disebut "spektrometer" atau spektrofotometer.

Komponen-komponen pokok dari spektrofotometer meliputi:

(1) sumber tenaga radiasi yang stabil, (2) sistem yang terdiri atas lensa-lensa, cermin, celah-celah, dan lain-lain, (3) monokromator untuk mengubah radiasi menjadi komponen-komponen panjang gelombang tunggal, (4) tempat cuplikan yang transparan, dan (5) detektor radiasi yang dihubungkan dengan sistem meter atau pencatat.

a) Sumber tenaga radiasi

Sumber tenaga radiasi terdiri dari benda-benda yang tereksitasi hingga ketinggian tenaga yang tinggi oleh sumber listrik bertegangan tinggi atau oleh pemanas listrik. Benda atau materi yang kembali ke tingkat tenaga yang lebih rendah atau ketinggian dasarnya, melepaskan foton dengan tenaga-tenaga yang karakteristik yang sesuai dengan AE, yaitu perbedaan tenaga antara tingkat tereksitasi dan tingkat dasar rendah.

Sumber radiasi ultraviolet. Sumber-sumber radiasi ultraviolet yang kebanyakan digunakan adalah lampu hidrogen dan lampu deuterium. Sumber radiasi ultraviolet yang lain adalah lampu xenon, tetapi ia tidak se-stabil lampu hidrogen.

b) Monokromator

Monokromator merupakan serangkaian alat optik yang menguraikan radiasi polikromatik menjadi jalur-jalur yang efektif atau panjang gelombang-gelombang tunggalnya dan memisahkan panjang gelombang-gelombang tersebut menjadi jalur-jalur yang sangat sempit.

c) Tempat cuplikan

Cuplikan yang akan dipelajari pada daerah ultraviolet atau terlihat yang biasanya berupa gas atau larutan ditempatkan dalam kuvet atau sel. Untuk daerah ultraviolet biasanya digunakan quartz atau sel dari silika yang dilebur, sedangkan untuk daerah terlihat digunakan gelas biasa atau quartz.

d) Detektor

Setiap detektor menyerap tenaga foton yang mengenainya dan mengubah tenaga tersebut untuk dapat diukur secara kuantitatif seperti sebagai arus listrik atau perubahan-perubahan panas. Kebanyakan detektor menghasilkan sinyal listrik yang dapat mengaktifkan meter atau pencatat. Setiap pencatat harus menghasilkan sinyal yang secara kuantitatif berkaitan dengan tenaga cahaya yang mengenainya.

Detektor yang digunakan dalam ultraviolet dan terlihat disebut detektor fotolistrik (Sastrohamidjojo, 2001).

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Aiat dan Bahan Penelitian

4.1.1 Alat-alat yang digunakan

- a. Sel elektrolisis yang dilengkapi dengan sumber arus
- b. Amperemeter DT 830 Digital Multimeter
- c. Voltmeter IC Regulated DC Power Supply Thunder
- b. Pengaduk magnet
- c. Alat-alat gelas
- d. Spektrofotometer UV-Vis U-2010 Hitachi

4.1.2 Bahan-bahan yang digunakan

- a. Metil Merah buatan Merck
- b. Logam platinum plat 100% buatan Aldrich
- c. Aquades

4.2 Cara Kerja Penelitian

4.2.1 Pembuatan Larutan Metil Merah dengan konsentrasi 40 ppm

Sebelum melakukan elektrolisis, terlebih dahulu dibuat larutan metil merah dengan konsentrasi 40 ppm. Larutan metil merah dengan konsentrasi 40 ppm digunakan sebagai larutan induk untuk membuat larutan metil merah.

4.2.1.1 Pembuatan Larutan Metil Merah 40 ppm

Untuk membuat larutan metil merah dengan konsentrasi 40 ppm dilakukan dengan cara menimbang sebanyak 40 mg senyawa metil merah dalam bentuk padatnya kemudian 40 mg metil merah tersebut dilarutkan dalam akuades sampai volumenya 1000 mL pada labu ukur 1000 mL lalu didapatkan larutan metil merah dengan konsentrasi 40 ppm.

4.2.2 Analisis Metil Merah

Analisis metil merah dilakukan sebelum dan setelah elektrolisis. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada daerah dengan panjang gelombang antara 200 nm-800 nm. Analisis ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik senyawa metil merah sebelum dan sesudah elektrolisis. Bila terjadi perubahan pada metil merah setelah dielektrolisis, dan perubahan ini menunjukkan hasil yang baik maka degradasi metil merah dengan elektrolisis dapat dikatakan berhasil.

4.2.3 Elektrolisis Senyawa Metil Merah

Senyawa metil merah 40 ppm diambil sebanyak 50 mL dimasukkan dalam sel elektrolisis, seterusnya katoda dan anoda dimasukkan dalam larutan metil merah. Elektrolisis dijalankan dengan menggunakan variasi tegangan, waktu elektrolisis, serta konsentrasi NaCl yang ditambahkan. Larutan setelah dielektrolisis diambil dan dianalisis karakteristik metil merah sebelum dan sesudah elektrolisis.

4.2.4 Analisis dengan Spektrofotometer UV-Vis

Larutan metil merah, sebelum dielektrolisis diambil sebagian kemudian dilakukan analisis dengan Spektrofotometer UV-Vis pada daerah UV-Vis yaitu 200-800 nm. Hal yang sama dilakukan pada larutan hasil elektrolisis metil merah kemudian spektra hasil analisis dibandingkan antara sebelum elektrolisis dan setelah elektrolisis apakah terjadi penurunan absorbansi atau tidak. Bila terjadi penurunan absorbansi, maka elektrolisis dikatakan berhasil, semakin tinggi penurunan absorbansi yang ditunjukkan setelah elektrolisis maka semakin baik tingkat elektrolisis yang dilakukan.

4.2.5 Optimasi kondisi elektrolisis seperti potensial, waktu elektrolisis, dan konsentrasi NaCl yang ditambahkan.

Optimasi beberapa variabel yang mempengaruhi hasil elektrolisis perlu dilakukan seperti arus dan waktu elektrolisis. Menurut Bockris and Drazic (1972) variabel yang sangat berpengaruh dalam elektrolisis adalah arus, potensial, dan waktu elektrolisis. Potensial divariasikan dari 4; 6; 8; dan 10 Volt. Waktu elektrolisis dapat divariasikan yaitu 4, 6, 8, dan 10 menit. Selain potensial dan waktu elektrolisis, ada variabel lagi yang divariasikan yaitu konsentrasi NaCl yang ditambahkan. Variasi konsentrasi NaCl ini yaitu 0,25; 0,50; 0,75; dan 1 gr.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini pertama kali yang saya lakukan adalah membuat larutan induk metil merah 40 ppm, yaitu dengan melarutkan 40 mg metil merah dalam 1000 mL aquades. Metil merah butuh waktu yang lama untuk melarut sempurna selama 3 jam, itu sesuai sifat metil merah yang sukar larut dalam air.

Selanjutnya diambil 50 mL larutan induk metil merah untuk dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Tahapan berikutnya elektrolisis dilakukan dengan variasi tegangan, penambahan elektrolit NaCl, dan waktu. Pada waktu elektrolisis saya memilih menggunakan elektroda Platina (Pt) dikarenakan mempunyai beberapa sifat antara lain: elektrokatalis yang baik, inert, tidak mudah rusak dan tahan terhadap suatu reaksi, dan sebagai konduktor yang sangat baik.

5.1 Efek variasi tegangan pada elektrolisis senyawa metil merah.

Setelah melakukan elektrolisis, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui persen metilen merah yang terdegradasi setelah elektrolisis. Analisis dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui absorbansi dari senyawa metilen merah sebelum dan sesudah elektrolisis. Data hasil pengamatan selama dilakukan elektrolisis dan spektra yang ditunjukkan setelah dilakukan analisis dengan spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat pada tabel.

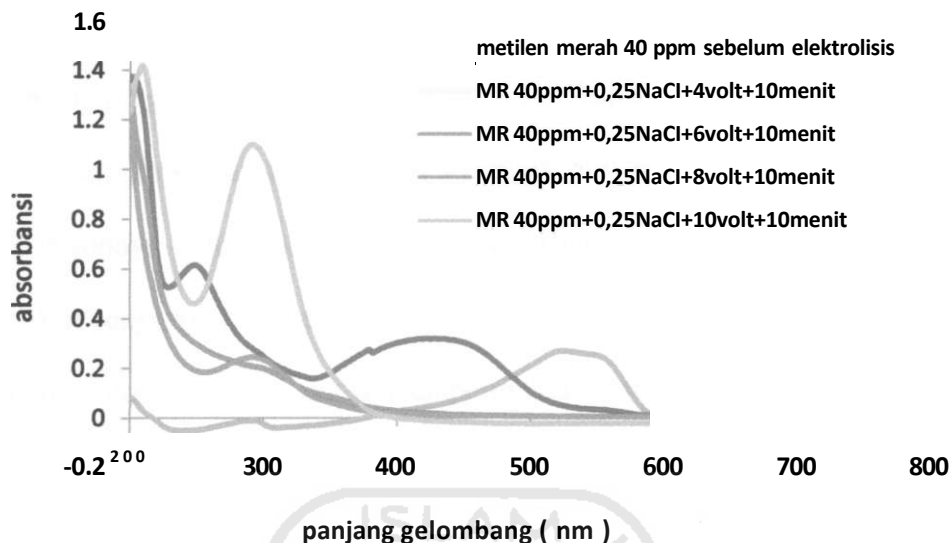
Elektrolisis ini dilakukan dengan mengambil 50 ml larutan metil merah dengan konsentrasi 40 ppm kemudian dielektrolisis selama 10 menit, hasil

elektrolisis ini kemudian dianalisis dengan Spektrofotometer UV-Vis dengan dibandingkan antara larutan metilen merah sebelum elektrolisis dan setelah elektrolisis selama 10 menit dengan tegangan 10 Volt, kemudian hasil spektranya ditunjukkan pada Gambar 3. Dari gambar 3 tersebut, nampak bahwa telah terjadi penurunan absorbansi dari senyawa metil merah setelah dilakukan elektrolisis. Hal ini terlihat pada Gambar 3 bahwa senyawa metil merah sebelum elektrolisis dengan konsentrasi 40 ppm memiliki absorbansi 0,269 dan setelah dilakukan elektrolisis selama 10 menit dengan tegangan 10 Volt ternyata absorbansinya turun menjadi 0. Dari nilai absorbansi yang ditunjukkan dapat dihitung persen dari senyawa metil merah yang terdegradasi yaitu 100%.

Dari hasil ini ternyata persen senyawa yang terdegradasi setelah elektrolisis selama 10 menit sudah maksimal, sehingga perlu dilakukan variasi dari tegangan yang diberikan saat elektrolisis. Tujuannya adalah untuk mendapatkan tegangan optimum dalam melakukan elektrolisis. Hasil pengamatan dari variasi tegangan ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Tabel 3. Data persentase metil merah 40 ppm yang terdegradasi pada variasi

Sampel	Waktu Elektrolisis (menit)	Tegangan (V)	Konsentrasi NaCl (gr)	Absorbansi	Persen Degradasi (%)
Metilen Merah sebelum dielektrolisis	0	0	0	0.269	0
1	10	4,0	0.25	0,048	82,16
2	10	6,0	0.25	0,006	97,77
3	10	8,0	0.25	0,006	97,77
4	10	10	0.25	0	100



Gambar 3. Spektra hasil analisis dari metil merah 40 ppm antara sebelum dan sesudah elektrolisis dengan variasi tegangan (Volt)

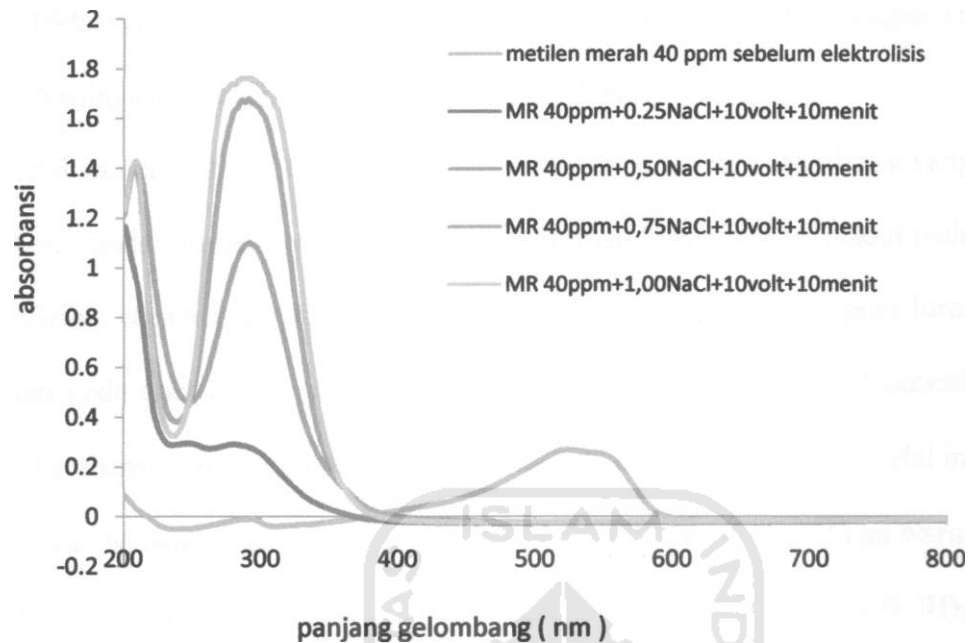
Gambar 3 adalah gambar spektra hasil analisis metil merah 40 ppm antara sebelum dan sesudah elektrolisis dengan variasi tegangan yang diberikan saat elektrolisis yaitu 4; 6; 8; dan 10 Volt. Dari hasil tersebut, tampak bahwa walaupun tegangannya dinaikkan sampai tegangan maksimal yaitu 10 Volt, tidak memberikan pengaruh yang sangat besar pada hasil elektrolisisnya. Hal ini disebabkan karena senyawa metil merah merupakan senyawa yang sangat stabil dan bukan merupakan senyawa penghantar listrik sehingga sulit untuk diuraikan. Bila dilihat dari strukturnya, senyawa metil merah merupakan senyawa semi polar karena memiliki ikatan polar dan non polar sehingga akan sulit terurai menjadi ion-ionnya. Pada gambar 3 diatas dengan tegangan 6 volt yang paling bagus karena lurus dan puncak di daerah UV cukup rendah.

5.2 Efek penambahan NaCl pada elektrolisis senyawa metil merah

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa senyawa metil merah merupakan senyawa yang cukup stabil sehingga sulit untuk diuraikan ke dalam bentuk ion-ionnya sehingga diperlukan arus yang sangat tinggi untuk dapat menguraikan senyawa metil merah. Untuk itulah, perlu ditambahkan elektrolit ke dalam larutan dengan tujuan untuk mempermudah proses elektrolisis karena arus yang dihasilkan tanpa elektrolit sangat rendah sehingga sulit untuk menguraikan senyawa metil merah yang cukup stabil. Elektrolit yang dimaksud adalah garam, di mana garam bila dilarutkan ke dalam air akan terurai menjadi ion-ionnya dan sifat dari ion-ion ini adalah merupakan penghantar listrik yang baik sehingga dapat mempermudah proses elektrolisis. Garam yang dimaksud ditambahkan ke dalam larutan metil merah dalam hal ini adalah NaCl di mana di dalam larutan akan terurai menjadi ion Na^+ dan Cl^- . Hasil dari elektrolisis setelah dilakukan penambahan NaCl ke dalam larutan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Tabel 4. Data persentase metil merah 40 ppm yang terdegradasi setelah penambahan NaCl untuk elektrolisis

Sampel	Waktu Elektrolisis (menit)	Tegangan (V)	Konsentrasi NaCl (gr)	Absorbansi	Persen Degradasi (%)
Sebelum elektrolisis	0	0	0	0,269	0
1	10	10	0,25	0	100
2	10	10	0,50	0	100
3	10	10	0,75	0	100
4	10	10	1,00	0	100



Gambar 4. Spektra hasil analisis dari metil merah 40 ppm antara sebelum dan sesudah elektrolisis dengan penambahan NaCl

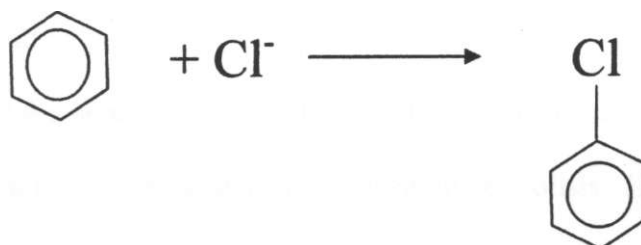
Gambar 4 adalah gambar perbandingan antara senyawa metil merah dengan konsentrasi 40 ppm dengan metil merah setelah dilakukan elektrolisis selama 10 menit dengan penambahan NaCl ke dalam larutan metil merah. Elektrolisis dilakukan dengan cara yang sama seperti pada Gambar 3 yaitu dengan mengambil 50 ml larutan metil merah dengan konsentrasi 40 ppm kemudian dilakukan elektrolisis dan ternyata setelah melakukan elektrolisis selama 10 menit, larutan metil merah yang tadinya berwarna merah berubah menjadi jernih. Setelah larutan menjadi jernih, elektrolisis dihentikan kemudian dilakukan analisis yang sama seperti gambar 3 di atas yaitu membandingkan hasil spektra antara larutan metil merah sebelum elektrolisis dengan larutan yang diperoleh

setelah elektrolisis selama 10 menit dengan penambahan NaCl dan tegangan 10 Volt dan hasilnya diperoleh seperti pada gambar 4 di atas.

Dari gambar 4 tersebut, nampak bahwa terjadi penurunan absorbansi yang sangat besar pada larutan metil merah di daerah Visible (tampak), bahkan pada daerah Visible tersebut untuk larutan hasil elektrolisis menunjukkan garis lurus sedangkan pada daerah UV terjadi perubahan spektra yaitu terbentuk 2 puncak dengan absorbansi yang sangat tinggi yaitu pada X, 311 nm dan X 240 nm . Hal ini menunjukkan bahwa gugus ausokrom dari metil merah yang menyebabkan warna merah pada senyawa metil merah telah lepas, gugus tersebut adalah $-N(\text{COOH})_2$. Dari gambar 4 tersebut nampak bahwa setelah penambahan NaCl, persen senyawa metilen merah yang terdegradasi setelah elektrolisis selama 10 menit adalah 100% di daerah Vis, namun pada daerah UV absorbansi yang ditunjukkan semakin meningkat yaitu pada daerah dengan panjang gelombang 311 nm dan 240 nm dengan absorbansi 0,269 dan 0.

Data yang dihasilkan dari gambar 4 diatas menunjukkan semakin besar konsentrasi NaCl makin tinggi puncak pada panjang gelombang X 311 nm. Terlihat mengalami kenaikan yang sangat signifikan, hal ini dimungkinkan karena terbentuknya senyawa hasil reaksi antara Cl^- dengan benzene hasil degradasi.

Diperkirakan reaksinya adalah sebagai berikut:



Reaksi diatas terlihat terbentuk senyawa klorobenzena pada panjang gelombang X 310 nm (www.kayelaby.npl.co.uk/chemistry/UV-VisibleSpectroscopy).

Gambar 4 adalah gambar perbandingan antara larutan metil merah dengan konsentrasi 40 ppm dengan larutan hasil elektrolisis selama 10 menit dengan penambahan 0,25 gr NaCl. Elektrolisis dilakukan dengan cara yang sama seperti pada gambar 4, namun pada elektrolisis ini konsentrasi NaCl yang ditambahkan sebanyak 0,25 gram. Pada Gambar 4, konsentrasi NaCl yang ditambahkan tidak diketahui karena penambahan NaCl ke dalam larutan dilakukan secara gambling untuk mengetahui pengaruh dari penambahan NaCl pada proses elektrolisis dan setelah diperoleh hasil seperti pada Gambar 4, maka pada elektrolisis kali ini dilakukan penambahan NaCl sebanyak 0,25 gram dan tegangan 10 Volt dengan tujuan untuk mengetahui konsentrasi optimum NaCl yang ditambahkan ke dalam larutan sehingga menjadi jernih. Namun pada Gambar 4 ini, waktu yang diperlukan untuk elektrolisis sampai larutan menjadi jernih yaitu selama 10 menit dan hasilnya tampak pada Gambar 4 di atas. Dari gambar tersebut, menunjukkan hasil yang sama seperti pada Gambar 4, hanya saja perbedaannya yaitu pada konsentrasi NaCl yang ditambahkan. Setelah didapatkan hasil seperti pada Gambar 6 di atas, selanjutnya dilakukan elektrolisis metil merah dengan variasi NaCl yang ditambahkan. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4 sebagai berikut:

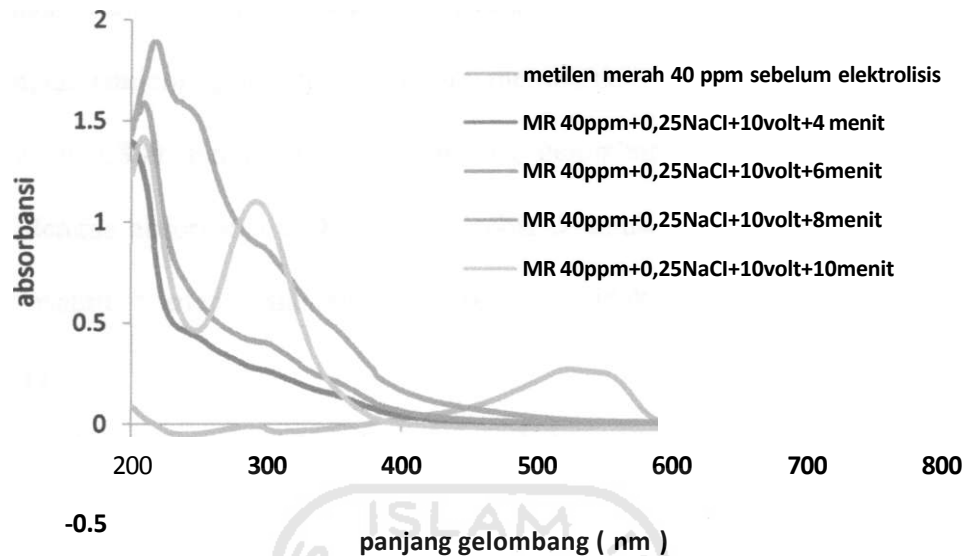
Gambar 4 adalah gambar hasil elektrolisis dengan variasi konsentrasi NaCl yang ditambahkan pada larutan yang akan dielektrolisis. Setelah sebelumnya dilakukan elektrolisis selama 10 menit dengan penambahan NaCl sebanyak 0,25

gram dan diperoleh larutan yang jernih, maka selanjutnya dilakukan variasi pada konsentrasi NaCl yang ditambahkan yaitu 0,25; 0,50; 0,75; dan 1,00 gram. Pada variasi NaCl ini, elektrolisis dilakukan dengan tegangan dan waktu elektrolisis yang tetap yaitu menggunakan tegangan 10 Volt dan waktu elektrolisis selama 10 menit. Variasi ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi NaCl optimum yang digunakan untuk elektrolisis sehingga larutan menjadi jernih. Hasilnya ditunjukkan oleh Gambar 4 di atas, dari Gambar 4 tersebut tampak bahwa absorbansi larutan mengalami penurunan sebanding dengan jumlah NaCl yang ditambahkan.

Pada Gambar 4, dibagian penambahan konsentrasi NaCl 0,25 gram terlihat lebih baik, karena daerah visibel sudah jernih dan didaerah UV, senyawa baru yang terbentuk kecil.

Tabel 5. Data persentase metil merah 40 ppm yang terdegradasi dengan variasi waktu elektrolisis dan penambahan 0.25 gr NaCl untuk elektrolisis

Sampel	Waktu Elektrolisis (menit)	Tegangan (V)	Konsentrasi NaCl (gr)	Absorbansi	Persen Degradasi (%)
Sebelum	0	0	0	0,269	0
1	4	10	0,25	0,002	99,26
2	6	10	0,25	0,005	98,14
3	8	10	0,25	0,018	93,31
4	10	10	0,25	0	100



Gambar 5. Spektra hasil analisis dari metil merah 40 ppm antara sesudah dan sebelum elektrolisis dengan variasi waktu elektrolisis

Gambar 5 di atas adalah gambar hasil elektrolisis dengan variasi waktu yang dilakukan untuk lamanya elektrolisis. Setelah diperoleh konsentrasi optimum NaCl dan tegangan optimum yaitu pada 0,25 gram konsentrasi NaCl yang ditambahkan dan 10 Volt tegangan yang diberikan untuk elektrolisis, selanjutnya dilakukan variasi waktu elektrolisis yaitu 4, 6, 8, dan 10 menit. Dari gambar 5 di atas, tampak bahwa pada waktu 10 menit telah memberikan hasil yang optimum yaitu terbentuk garis lurus pada daerah Vis dan pada akhir elektrolisis setelah 10 menit juga larutan metil merah telah menjadi jernih yang berarti bahwa larutan metil merah telah terdegradasi 100%. Pada daerah UV, juga memberikan hasil yang sama seperti pada variasi konsentrasi NaCl dan variasi tegangan yang sebelumnya telah dilakukan dan pada waktu maksimum yang dilakukan yaitu

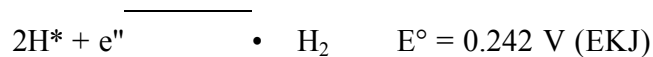
elektrolisis selama 10 menit, tampak bahwa puncak yang terbentuk pada daerah UV dengan panjang gelombang 218 nm memberikan absorbansi yang sangat tinggi yaitu 1,889 dan pada daerah panjang gelombang 210 nm memberikan puncak dengan absorbansi 1,587. Pada gambar 5 untuk hasil yang paling bagus dengan waktu 4 menit dikarenakan lurus dan tidak terbentuk puncak baru di daerah UV.

Setelah melakukan elektrolisis dengan beberapa variasi di atas dan telah diperoleh waktu, tegangan serta konsentrasi penambahan NaCl yang optimum untuk elektrolisis.

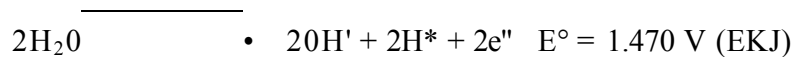
5.4 Mekanisme Degradasi Metil Merah

Elektrolisis adalah peristiwa penguraian atau perubahan kimia senyawa tertentu jika dilewatkan muatan atau arus listrik melalui larutan elektrolit atau zat cair senyawa tersebut. Secara umum pada proses elektrolisis akan terjadi proses reduksi di katoda dan proses oksidasi di anoda.

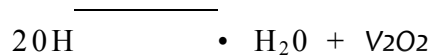
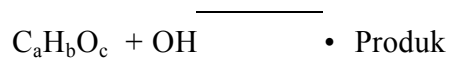
Dalam penelitian kali ini, senyawa-senyawa berbahaya yang banyak terdapat pada limbah-limbah industri seperti limbah zat warna metil merah akan teroksidasi pada anoda. Oksidasi didefinisikan sebagai molekul yang memperoleh oksigen atau kehilangan hidrogen, sedangkan jika molekul kehilangan oksigen atau memperoleh hidrogen, maka molekul tersebut dikatakan tereduksi. Alinger (1976) menjelaskan bahwa yang dimaksud reaksi oksidasi adalah penghilangan atom H atau pembentukan ikatan baru antara C dan H. Senyawa organik akan teroksidasi membentuk gas CO₂ sedangkan ion FT yang terbentuk di anoda akan menuju ke katoda membentuk gas H₂.



Apabila terjadi oksidasi dari air dengan reaksi sebagai berikut:

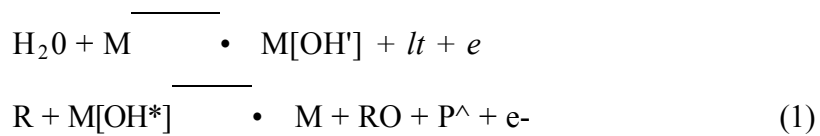


Radikal OH yang terbentuk akan digunakan untuk mensubstitusi senyawa organik sehingga terbentuk senyawa yang lebih mudah teroksidasi.

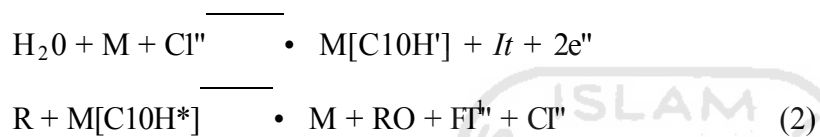


Radikal hidroksil diserap oleh permukaan elektroda dan bereaksi dengan senyawa organik membentuk air dan oksigen.

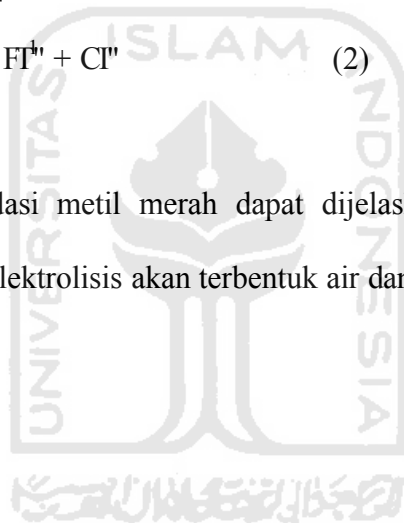
Penelitian-penelitian sebelumnya belum ada yang menjelaskan tentang mekanisme degradasi metil merah, maka menurut jurnal yang ditulis oleh Chatzisyneon *et al* tahun 2006 menyebutkan bahwa dua mekanisme yang memungkinkan senyawa organik yang dilambangkan dengan R untuk didegradasi secara elektrokimia yaitu yang pertama adalah oksidasi secara langsung di mana senyawa organik akan teradsorpsi di permukaan anoda, yang kedua yaitu oksidasi secara tidak langsung larutan yang menggunakan perantara menggunakan zat-zat pengoksidasi yang akan membentuk produk-produk elektrokimia. Zat-zat pengoksidasi yang dimaksud seperti klorin, hipoklorit, radikal hidroksi, ozon, dan hidrogen peroksida. Anoda akan membebaskan air dan hasilnya yaitu terbentuk radikal hidroksi yang kemudian akan mengoksidasi senyawa organik, reaksinya yaitu:



Pada penambahan NaCl, klorohidroksi radikal juga akan terbentuk pada permukaan anoda yang kemudian akan mengoksidasi senyawa organik, reaksinya yaitu:



Untuk mekanisme degradasi metil merah dapat dijelaskan dari reaksi-reaksi di atas, bahwa pada akhir elektrolisis akan terbentuk air dan oksigen.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Elektrolisis senyawa metil merah tidak dapat maksimal tanpa adanya penambahan elektrolit ke dalam larutan, hal ini disebabkan dari sifat senyawa metil merah yang sangat stabil dan semipolar sehingga sulit untuk terurai menjadi ion-ionnya.
2. Metode elektrolisis dengan menggunakan elektroda platina dengan penambahan elektrolit sangat efektif untuk mendegradasi senyawa metil merah, hal ini terlihat pada persentase metil merah yang terdegradasi pada daerah Vis sampai 100% setelah elektrolisis selama 10 menit, namun pada daerah UV dengan panjang gelombang 311 nm dan 240 nm absorbansi dari puncak yang ditunjukkan semakin meningkat.

6.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui puncak yang terbentuk di daerah UV.
2. Pada saat melakukan elektrolisis sebaiknya mengganti elektroda keija yang digunakan setelah larutan berubah menjadi jernih sebab elektroda platina tidak efektif untuk mengurai senyawa benzene karena kemungkinan puncak pada daerah UV tersebut masih mengandung benzena.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmet B., Ayfer Y., Doris L., Nese N. and Antonius K., 2003, Ozonation of High Strength Segregated Effluents from A Woollen Textile Dyeing and Finishing Plant, *Dyes and Pigments*, 58: 93-98.
- Atmaji, P., Wahyu P dan Edi P., 1999, Daur Ulang Limbah Hasil Pewarnaan Industri Tekstil, *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, Volume I No. 4.
- Bockris, J.O.M. and Drazic, D., 1972, *Electrochemistry Science*, London: Taylor and Frabcis Ltd.
- Casado, J. and Brillas, E., 1996, Electrochemical mineralization of aniline: The peroxi-coagulation and electro-fenton process, *Proc. 10th Int. Forum Electrolysis Chem. Ind., Electrosynthesis*, Lancaster, N.Y. 192-198.
- Echenfelder, W. W., 2000, *Industrial Water Polution Control*. Edisi ke-3. Mc Graw-Hill International Edition Singapore, pp: 124-131.
- Groot, S.G.D., 1963, *Thermodynamic of irreversible processes*, Amsterdam: North Holland Publ. Company.
- Gunlazuardi, J., 2000, Fotoelektrokatalisis untuk Detoksifikasi Air, *Prosiding Seminar Nasional Elektrokimia*, 1-21.
- Gunlazuardi, J., 2001, Fotokatalitis Pada permukaan TiO_2 : Aspek Fundamental dan Aplikasinya, *Prosiding Seminar Nasional Kimia Fisika II*, Jakarta.
- Haris Mas and sathasivam K., 2009, The Removal of Methyl Red from Aqueous Solution using Banana Pseudostem Fibers, *American Journal of Applied Sciences*.
- Isminingsih., 1973, *Pengantar Kimia Zat Warna*, Bandung : ITB. Hal 76-79.
- Keenan., 1999, *Hmu Kimia Universitas (Terjemahkan)*, Erlangga, Jakarta.
- Kyriacou, D.K., 1981, *Basics of electroorganic synthesis*, New York: John Wiley & Sons.
- Miller, J.A., Neuzil, E.F., 1980, *Modern Experimental Organic Chemistry*, D.C Heath and Company, Lexington, Massachusetts, Toronto.
- Mahmoud M.A., Poncheri A., Badr., 2009, Photocatalytic Degradation of Methyl Red Dye, *South African Journal of Saint*, 105.

- Nicola, M. and Badea, T., 1996, Wastewater Treatment Using electrochemical oxidation of organic pollutants, *Sci. Technol. Environ. Prot.* 3: 35-40.
- Polcaro, A.M., Palmas, S., Renoldi, F. dan Mascia, M., 1999, On the performance of Ti/SnO sub(2) and Ti/PbO anodes in electrochemical degradation of 2-chlorophenol for wastewater treatment, *J. Appl. Electrochem.* 29: 147-151.
- Risnandar, Hadi dan Yulianto, Kurniawan., 1998, *Penyerapan zat Wama Tekstil dengan menggunakan Jerami Padi*, Semarang : FT UNDIP.
- Sastrohamidjojo., 2001, *Spektroskopi*. Liberty, Jogjakarta.
- Setyaningsih, H., 2007, *Pengolahan limbah batik dengan proses kimia dan adsorpsi karbon aktif*, Tesis Program Pasca Saijana UI. Jakarta.
- Suhardi., 1991, *Petunjuk laboratorium Analisa Air dan Penanganan limbah*, Jogjakarta : Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi.
- Tahir, Iqmal., Wijaya, Kama., 2004, *Pembuatan dan Uji Fotoaktivitas Komposit TiO₂-Bentonit Untuk Degradasi Senyawa Pewarna Metilen Biru*, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
- Tezuka, M. and Jwasaki, M., 1996, Oxidative degradation of organic pollutants in water by glow discharge electrolysis, *Asia-Pac. Proc. 3rd Conf. Plasma Sci. Technol.* Tokyo Japan: Japan Society for the Promotion of Science, Local Organizing Committee of APCPST'96. 423-427.
- Vlyssides, A.G., Loizidou, M., Karlis, P.K., Zorpas, A.A., Papaioannou, D.J., 1999, Electrochemical oxidation of a textile dye wastewater using a Pt/Ti electrode, *J. Hazard Mater.* 23:70:41-52.
- Yasin., 2007, Adsorption Of Methylene Blue Onto Treated Activated Carbon, *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, Vol 11, No 11: 400-406.

LAMPIRAN 1

1. Perhitungan persen degradasi metil merah dengan variasi tegangan

Sampel	Waktu Elektrolisis (menit)	Tegangan (V)	Konsentrasi NaCl (gr)	Absorbansi	Persen Degradasi (%)
Sebelum elektrolisis	0	0	0	0.269	0
1	10	4,0	0.25	0,048	82,16
2	10	6,0	0.25	0,006	97,77
3	10	8,0	0.25	0,006	97,77
4	10	10	0.25	0	100

$$\text{Rumus : \% sisa} = \frac{\text{Absorbansi akhir}}{\text{Absorbansi awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ degradasi} = 100\% - \% \text{ sisa}$$

- a. Perhitungan sebelum dielektrolisis

$$\frac{0,269}{0,269} \times 100\% = 100\%$$

$$100\% - 100\% = 0\%$$

- b. Perhitungan sesudah dielektrolisis 4 volt

$$\frac{0,048}{0,269} \times 100\% = 17,84\%$$

$$100\% - 17,84\% = 82,16\%$$

- c. Perhitungan sesudah dielektrolisis 6 volt

$$0,006$$

$$\frac{0,006}{0,269} \times 100\% = 2,23\%$$

$$100\% - 2,23\% = 97,77\%$$

d. Perhitungan sesudah dielektrolisis 8 volt

$$\frac{0,006}{0,269} \times 100 \% = 2,23\%$$

$$100 \% - 2,23 \% = 97,77 \%$$

e. Perhitungan sesudah dielektrolisis 10 volt

$$\frac{0}{0,269} \times 100 \% = 0\%$$

$$100 \% - 0 \% = 100\%$$

2. Perhitungan persen degradasi metil merah dengan variasi penambahan

NaCl

Sam pel	Waktu Elektrolisis (menit)	Tegangan (V)	Konsentrasi NaCl (gr)	Absorbansi	Persen Degradasi (%)
Sebelum elektrolisis	0	0	0	0,269	0
1	10	10	0,25	0	100
2	10	10	0,50	0	100
3	10	10	0,75	0	100
4	10	10	1,00	0	100

a. Perhitungan sebelum dielektrolisis

$$\frac{0,269}{0,269} * 100 \% = 100\%$$

$$100 \% - 100 \% = 0 \%$$

b. Perhitungan sesudah dielektrolisis dengan penambahan 0,25 gr NaCl

$$\frac{0}{0,269} \times 100 \% = 0 \%$$

$$100 \% - 100 \% = 0 \%$$

- c. Perhitungan sesudah dielektrolisis dengan penambahan 0,50 gr NaCl

$$\frac{0}{1,000} \times 100\% = 0\%$$

$$100\% - 100\% = 0\%$$

- d. Perhitungan sesudah dielektrolisis dengan penambahan 0,75 gr NaCl

$$\frac{0}{0,269} \times 100\% = 0\%$$

$$100\% - 100\% = 0\%$$

- e. Perhitungan sesudah dielektrolisis dengan penambahan 1,00 gr NaCl

$$\frac{0}{0,269} \times 100\% = 0\%$$

$$100\% - 100\% = 0\%$$

3. Perhitungan persen degradasi metil merah dengan variasi waktu

Sampel	Waktu Elektrolisis (menit)	Tegangan (V)	Konsentrasi NaCl (gr)	Absorbansi	Persen Degradasi (%)
Sebelum	0	0	0	0,269	0
1	4	10	0,25	0,002	99,26
2	6	10	0,25	0,005	98,14
3	8	10	0,25	0,018	93,31
4	10	10	0,25	0	100

- a. Perhitungan sebelum dielektrolisis

$$0,269$$

$$\frac{0,269}{0,269} \times 100\% = 100\%$$

$$100\% - 100\% = 0\%$$

- b. Perhitungan sesudah dielektrolisis dengan waktu 4 menit

$$\frac{0,002}{-} * 100 \text{ o/o} = 0,7434 \text{ o/o}$$

$$100 \% - 0,7434 \% = 99,26 \%$$

- c. Perhitungan sesudah dielektrolisis dengan waktu 6 menit

$$\frac{0,005}{^ \wedge \text{ g g}} * 100 \% = 1,8587 \text{ o/o}$$

$$100 \% - 1,8587\% = 98,14 \%$$

- d. Perhitungan sesudah dielektrolisis dengan waktu 8 menit

$$\frac{0,018}{^ \wedge \wedge \text{ x}} * 100 \text{ o/o} = 6,6914 \text{ o/o}$$

$$100 \% - 6,6914 \% = 93,31 \%$$

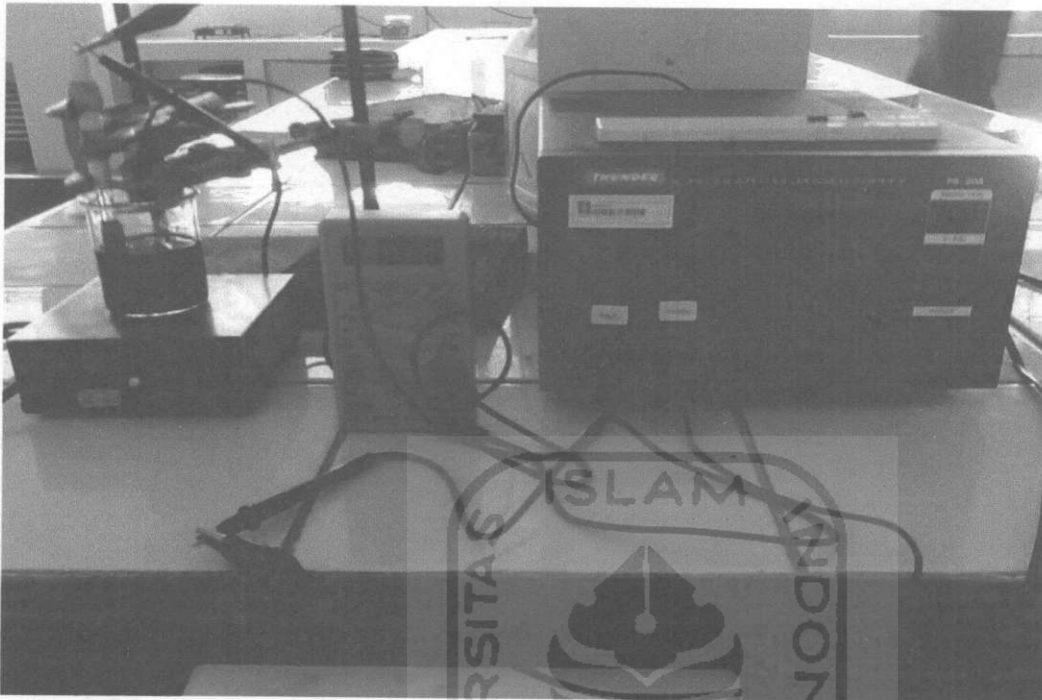
- e. Perhitungan sesudah dielektrolisis dengan waktu 10 menit

$$\frac{0}{0,269} * 100 \% = 0\%$$

$$100 \% - 100 \% = 0 \%$$



Lampiran 2. Seperangkat alat elektrolisis



Lampiran 3. Warna larutan metil merah 40 ppm



Lampiran 4. Warna larutan yang sudah terdegradasi



Lampiran 5. Perbandingan hasil elektrolisis



Lampiran 6. Proses elektrolisis degradasi metil merah 100 %



Lampiran 7. Proses elektrolisis metil merah

