

247337

4000000



KESAN SUHU DAN HIDROGEN PEROKSIDA
TERHADAP PROSES FOTODEGRADASI
MALAKIT HIJAU OKSALAT DENGAN
MENGGUNAKAN SISTEM TiO₂/H₂O₂/UV

RIZAL FAZLIEWANDEE BIN DUN

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2005

PERPUSTAKAAN UMS



1400006557



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KESAN SUHU DAN HIDROGEN PEROKSIDA TERHADAPPROSES FOTODEGRADASI MAKALIT HIJAU OKSACAT DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM TiO₂/H₂O₂/UVIjazah: SARJANA MUDASESI PENGAJIAN: 2004/05Saya RIZAL FAZLEWANDEE B. JUN

(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sabaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

PDF-779cc

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: KG BARU km 2,
JALAN KATEI BUKIT,M& MOH PAKYAN

Nama Penyelia

8100 KANGAR, PERLISTarikh: 28/8/05

Tarikh: _____

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

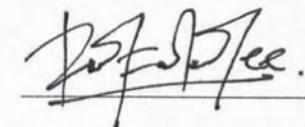
@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).


UMS
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

28 FEBRUARI 2005



(RIZAL FAZLIEWANDEE DUN)

HS2002-3761



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH**Tandatangan****1. PENYELIA**

(MR. MOH PAK YAN)

2. PEMERIKSA 1

(PROF. MADYA DR. MARCUS JOPONY)

3. PEMERIKSA 2

(MR. COLLIN JOSEPH)

4. DEKAN

(PROF. MADYA DR. AMRAN B.AHMED)

PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat ilahi kerana dengan limpah kurnia-Nya dapat saya menyediakan disertasi ini dengan penuh cabaran selama dua semester. Sekalung penghargaan dan jutaan terima kasih tidak terhingga buat penyelia, Mr. Moh Pak Yan yang telah memberikan tunjuk ajar dan memberikan saya peluang mendalamka kaedah fotodegradasi ini. Jutaan terima kasih juga ditujukan buat semua pensyarah Kimia Industri iaitu Dr. Marcus Japony, Mr. Luthfor, Dr. Muhd Ikhbal, Mr. Collin Joseph dan En Jahimin Asik yang telah mencerah segala ilmu sepanjang pengajian saya di sini. Segala tunjuk ajar dan teguran membina akan saya kenang selamanya.

Terima kasih juga buat para pembantu makmal yang sudi melayan kehendak para pelajar sepanjang melengkapkan kajian ini. Tidak lupa juga ucapan terima kasih saya tujukan buat kakitangan Sekolah Sains dan Teknologi iaitu En.Boniventure Boniface dan Pn Mariana yang telah banyak membantu. Buat kakitangan yang lain terima kasih saya ucapkan. Jasa kalian semua akan saya sanjung tinggi. Tidak ketinggalan juga buat teman-teman seperjuangan, terutamanya Azelin Osman yang banyak membantu dan bersama-sama menghadapi segala dugaan. Buat yang teristimewa bonda Rosilawati Osman dan ayahanda Dun Mat Akhir, terima kasih diucapkan kerana telah mendidik anakanda supaya menjadi insan yang berguna.

Akhir sekali, bagi mana-mana pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung saya ucapkan terima kasih yang tidak terhingga. Jasa kalian akan saya kenang sehingga akhir hayat saya. Terima kasih.

ABSTRAK

Kesan dua parameter operasi untuk proses pengoksidaan fotodegradasi, iaitu suhu larutan dan kepekatan hidrogen peroksida di dalam fotoreaktor telah diujikaji terhadap Malakit Hijau Oksalat (MGO) bagi masa bertindak balas selama 120 minit. Suhu yang telah dikaji adalah pada 30°C sehingga 80°C manakala bagi kesan kepekatan H_2O_2 , kepekatan yang digunakan adalah pada $6.2 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ sehingga $1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$. Keputusan menunjukkan bahawa suhu tidak memberi kesan yang menyakinkan terhadap proses degradasi larutan MGO tetapi peningkatan kepekatan H_2O_2 akan meningkatkan takat penguraian MGO. Keadaan optimum bagi proses fotodegradasi $2 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ larutan MGO adalah dengan kehadiran 1 g/L TiO_2 , $5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ H}_2\text{O}_2$ dan cahaya UV; dimana sebanyak 60% daripada MGO tersebut telah berjaya didegradasikan.

ABSTRACT

The effects of two operational parameters, namely solution temperature and concentration of hydrogen peroxide in the photodegradation of MGO were studied within 120 minutes contact time. The effect of temperature was studied from 30 to 80°C while H₂O₂ concentration from 5 × 10⁻⁵ mol L⁻¹ to 1 × 10⁻³ mol L⁻¹. The results obtained showed that temperature has no significant effect in the photodegradation process of MGO solutions. On the other hand, the effect of increasing hydrogen peroxide concentration was apparently. The optimum condition for degrading 2 × 10⁻⁴ mol/L of MGO solution was 1g/L of TiO₂, 5 × 10⁻⁴ mol L⁻¹ of H₂O₂ and the presence of UV radiation; where 60% of the MGO in the solution was sucessfully degraded.

KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 PENGENALAN	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	4
1.3 SKOP KAJIAN	4
 BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 TEORI	5
2.2 KONSEP ASAS WARNA	6
2.1.1 Penyerapan Foton Oleh Molekul	9
2.3 PEWARNA	10
2.3.1 Pewarna Hijau Makalit Oksalat (MGO)	11
2.3.2 Pengelasan Pewarna	12
2.3.3 Kolerasi Empirik di antara Stuktur Kimia dan Pewarnaan	13
2.3.4 Pencemaran Pewarna	14
 2.4 PROSES PENGOKSIDAAN TAHAP TINGGI (AOPs)	15
2.4.1 Titanium-pemangkinanfoto dalam sistem ($TiO_2/H_2O_2/UV$)	16
 BAB 3 METODOLOGI	
3.1 PENGENALAN	20
3.2 BAHAN KIMIA	20
3.3 ALAT RADAS	21

3.4 PENYEDIAAN BAHAN KIMIA	21
3.4.1 Larutan Stok MGO	21
3.3.2 Pencairan Larutan Stok MGO	22
3.5 METODOLOGI	24
3.5.1 Penyediaan Rawatan	24
3.5.2 Analisis data	26
 BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1 PENGENALAN	30
4.2 KESAN PARAMETER	30
4.2.1 Kesan suhu	30
4.2.2 Kesan Parameter H ₂ O ₂	33
 BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1 KESIMPULAN	37
5.2 CADANGAN	38
RUJUKAN	39
LAMPIRAN	45



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1 Jenis transformasi elektronik, panjang gelombang dan contoh.	10
3.1 Tafsiran data dari persamaan 3.3	27



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
2.1	Struktur molekul Makalit Hijau Oksalat	14
3.1	Penyelengaraan fotoreaktor bagi sistem TiO ₂ /H ₂ O ₂ /UV	24
3.2	Penyediaan fotoreaktor 400mL disalut oleh foil aluminium	25
3.3	Graf menunjukkan (a) darjah degradasi (b) kadar degradasi larutan MGO di dalam sistem TiO ₂ /H ₂ O ₂ /UV.	29
4.1	Peratus darjah degradasi dengan suhu larutan MGO melawan masa tindak balas selama 120 minit.	31
4.2	Darjah degradasi dengan kepekatan H ₂ O ₂ yang berbeza larutan MGO melawan masa tindak balas.	32

SENARAI SIMBOL

λ	Panjang gelombang
Abs	Keserapan
Io	kesungguhan peristiwa
ε	molar koefisien



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Di dalam era globalisasi negara yang maju, perkembangan dan pembangunan dalam sektor perindustrian telah menjadi faktor yang penting di dalam meningkatkan ekonomi negara. Dalam mencapai wawasan 2020, industri di Malaysia telah mengalami perubahan di mana dari industri yang berdasarkan kegiatan tradisional kepada industri yang menggunakan teknologi yang terkini di dalam sektor pembuatan perindustrian. Kepesatan ekonomi dan sosial yang telah meningkat memainkan sebagai peranan yang utama dalam pembangunan negara sekali gus menjadikannya sebagai penyumbang yang penting terhadap ekonomi negara.

Namun demikian, kegiatan ini juga telah memberi impak yang negatif terhadap alam dan persekitarannya yang menyebabkan terjadinya pencemaran alam sekitar. Pembuangan sisa cecair tercemar melalui industri tekstil secara langsung dari kilang tanpa dirawat dengan betul merupakan salah satu penyebab pencemaran berlaku. Perkara tersebut berlaku disebabkan oleh tahap komposisi yang tinggi komposisinya yang terkandung di dalam sisa cecair tercemar tersebut (Hamza dan Hamka, 1980).

tersebut berlaku disebabkan oleh tahap komposisi yang tinggi komposisinya yang terkandung di dalam sisa cecair tercemar tersebut (Hamza dan Hamka, 1980).

Pada tahun 2000, mengikut kenyataan yang telah dikeluarkan oleh kerajaan, sebanyak 218 buah projek dalam sektor tekstil telah membelanjakan sebanyak RM2.8 juta di dalam memenuhi keperluan dan kapasiti di dalam industri negara. Menurut perjanjian *AFTA (Asean Free Trade Area)* 2005, Malaysia merupakan pengeksport ke empat terbesar di dalam industri teksil pada tahun 2001, pihak kerajaan telah memperuntukkan sebanyak RM 10 juta di dalam merawat sisa cecair tercemar dan menggunakan tenaga buruh yang banyak di dalam sektor industri tekstil iaitu hampir 150 ribu orang (British High Commision, 2003).

Kilang-kilang industri tekstil kebanyakannya menggunakan bahan pewarna sebagai bahan utama dan mempunyai masalah terhadap sisa cecair pewarna yang dialirkan keluar. Ini adalah disebabkan kerana sisa cecair pewarna yang dialirkan mengandungi komposisi dan kepekatan yang tinggi (Gurnham, 1956). Sisa cecair pewarna tersebut akan menyebabkan pencemaran apabila bertindak balas dengan air. Kekuatan warna di dalam kandungan sisa cecair pewarna tersebut akan menyebabkan kekeruhan berlaku. Teknologi pembuatan atau industri yang menggunakan bahan pewarna (*dye*) telah meningkatkan permasalah pencemaran sisa cecair yang berpunca dari pegaliran kilang-kilang industri. Satu kajian terhadap sisa cecair tercemar telah melaporkan bahawa hampir 12 peratus pewarna sintetik hilang apabila melalui pembuatan dan operasi manakala sebanyak 20 peratusan daripada hasil sisa cecair tercemar yang mengalir melalui proses rawatan kumbahan (Arslan *et al.*, 2000).

Proses Pengoksidaan Tahap Tinggi (AOPs) merupakan salah satu cara alternatif yang boleh digunakan sebagai rawatan sisa cecair pewarna di dalam industri tekstil. AOPs yang menggunakan sinar UV bersama pemangkinfoto atau agen pengoksidaan seperti ozon (O_3) dan peroksida H_2O_2 akan membentuk radikal bebas $\cdot OH$. Penyelidikan telah dijalankan dan dilaporkan bahawa kepekatan $\cdot OH$ merupakan parameter yang penting dalam menghitung kinetik daripada AOPs dan radikal bebas $\cdot OH$ yang terhasil adalah radikal bebas yang reaktif dan merupakan radikal yang lebih kuat daripada radikal bebas ozon (Barbara, 2003).

Selain daripada itu, AOPs juga boleh dikatakan sebagai alat pengoksidaan fasa cecair. Radiakal bebas $\cdot OH$ digunakan sebagai perantara di dalam mekanisma untuk menyerang sebatian organik. AOPs boleh digunakan dalam pelbagai bentuk untuk merawat sisa cecair dengan kombinasi agen pengoksidaan yang sesuai seperti O_3/UV , $O_3/UV/H_2O_2$, UV/H_2O_2 dan $O_3/UV/H_2O_2$. Sebatian oksida akan terhasil dari proses pengoksidaan bahan dan mempunyai nilai molekul yang rendah. Sebatian tersebut adalah mudah dibiodegradasikan dan bertindak balas dan menghasilkan karbon dioksida dan air (Malik dan Sanyal, 2003).

Eksperimen yang dijalankan dengan menggunakan kaedah proses pembekuan, pengapungan dan serapan menyebabkan tindak balas yang berlaku tidak mengalami penurunan bertoksid (Mariana, 2003). Kaedah pengoksidaan kimia dapat memineralkan sepenuhnya sisa cecair pewarna dan ini merupakan langkah yang efisien dalam mengurangkan kos perawatan. Pemangkinfoto yang menggunakan TiO_2 telah terbukti kebersanannya dalam proses fotodegradasi terhadap pencemar organik.

1.1 **OBJEKTIF KAJIAN**

Objektif-objektif kajian ini adalah untuk:

- i) Mengkaji kesan suhu terhadap pengoksidaan pewarna MGO di dalam sistem $\text{TiO}_2/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$.
- ii) Menentukan kepekatan H_2O_2 yang sesuai bagi sistem $\text{TiO}_2/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ dalam mendegradasikan pewarna MGO.

1.2 **SKOP KAJIAN**

Skop kajian ini adalah mengkaji kesan suhu terhadap larutan Makalit Hijau Oksalat dengan menggunakan system $\text{TiO}_2/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$. Projek ini diselenggarakan dalam skala makmal dengan menggunakan fotoreaktor berisipadu 400 mL dengan kehadiran sinar UV. Larutan pewarna telah disediakan dengan menggunakan garam Makalit Hijau Oksalat sebagai bahan cecair pewarna tercemar. Ujikaji terhadap kesan suhu dan kepekatan H_2O_2 telah dianalisis dengan menggunakan UV-VIS.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 TEORI

Gelombang elektromagnet merupakan salah satu gelombang yang digunakan untuk menentukan gelombang cahaya. Pada bahagian spektrum elektromagnet dikawasan yang mempunyai panjang gelombang diantara 400 nm sehingga 750 nm adalah merupakan kawasan cahaya nampak. Gelombang cahaya yang mempunyai panjang dalam julat ini akan kelihatan bewarna apabila dilihat oleh mata manusia. Pada panjang gelombang 400nm cahaya akan kelihatan berwarna lembayung terhasil manakala pada cahaya yang berdekatan dengan panjang gelombang akan kelihatan berwarna merah. Jika sesuatu sebatian menyerap cahaya nampak maka sebatian itu akan mempunyai warna jika tidak sebatian itu akan kelihatan sebagai warna putih (Rose & Faridah, 1998).



Warna yang dilihat pada pandangan mata bukanlah merupakan warna yang sepadan dengan panjang gelombang yang diserap tetapi warna tersebut merupakan warna yang terhasil sebagai warna pelengkapnya. Ini adalah kerana apabila cahaya putih jatuh ke atas objek maka sebahagian cahaya dari panjang gelombang tertentu akan diserap dan sebahagian bakinya akan dipantulkan sebagai warna pelengkap. Bagi objek atau larutan yang lutsinar, mata akan menerima cahaya terhantar dimana cahaya yang terhantar ini merupakan cahaya pelengkap kepada warna yang diserap. (Rose & Faridah, 1998)

2.2 KONSEP ASAS WARNA

Warna sesuatu objek muncul bergantung kepada sumber cahaya yang digunakan, interaksi cahaya dengan objek dan tindak balas daripada sensor di dalam mata penerima terhadap cahaya yang bertindak daripada objek (Allen, 1971; Abrahart, 1997; Zollinger, 1991). Warna bahan pewarna adalah disebabkan oleh serapan elektromagnet. Gambaran warna boleh dilihat berdasarkan jenis proses fizikal, kimia, psikologi dan fisiologi (Zollinger, 1991).

Tenaga elektromagnet atau sinar elektromagnet akan merambat dalam gelombang. Perambatan gelombang sehala atau dalam satu arah akan menghasilkan panjang gelombang. Tenaga elektromagnet ini juga dikenali sebagai panjang gelombang. Spektrum elektromagnet bergerak dari sinar pada panjang gelombang pendek seperti sinar gamma (10^{-11} m = 10^2 nm) kepada gelombang yang lebih panjang seperti gelombang radio (10 m = 10^{10} nm). Mata manusia hanya dapat melihat sinar cahaya pada panjang gelombang 400nm sehingga 700nm dimana ukuran kecil

dari spektrum elektromagnet berwarna biru pada 400nm dan penhujung berwarna merah 700nm (Zollinger, 1991).

Satu larutan pewarna yang diimbas dengan menggunakan spektrometer menunjukkan bahawa warna tidak menyinkirkan gelombang tunggal. Namun begitu, sinar cahaya yang diserap pada salah satu panjang gelombang mendapat hampir sepenuhnya gelombang tersebut disingkirkan iaitu pada takat penyerapan yang maksimum. Cahaya yang mempunyai panjang gelombang diantara 400nm sehingga 700nm akan memasuki mata dan mengalami tindak balas fotokimia. Ini akan menghasilkan satu siri tindak balas di dalam otak. Melalui sinar elektromagnet, tenaga yang disebarluaskan dalam ukuran penglihatan adalah sama dengan cahaya yang menyinari bumi. Apabila sinar cahaya merambat terhadap sesuatu pepejal dan bertindak sepenuhnya penglihatan kabur akan terhasil. Ini adalah disebabkan pepejal tidak menyerap sepenuhnya cahaya dan mengakibatkan warna putih dilihat oleh mata. Dengan kata yang lain, sinar putih adalah sinar yang terhasil dari campuran panjang gelombang (Rose & Faridah, 1998).

Proses resonan adalah proses dimana pada gelombang elektromagnet, awan elektron akan bertindak terhadap tenaga yang berada di dalam pancaran dengan menyerap dan menyinkirkan awan elektron daripada molekul pewarna. Akibatnya, cahaya putih akan berhenti menjadi putih dan bertukar mengikut warna panjang gelombang. Ini adalah disebabkan cahaya yang memancar akan memberi warna kepada panjang gelombang yang telah disingkirkan. Jika sesuatu pepejal yang telah menyerap kesemua cahaya terang, kita akan melihat pepejal tersebut bewarna hitam (Zollinger, 1991). Jika sebahagian atau pecahan cahaya yang diserap secara molar dan

mempunyai julat antara 400nm sehingga 700nm, warna kelabu akan terhasil. Keterapan pewarna bukan sahaja diambil kira dari aspek serapan melalui panjang gelombang namun kejadian peristiwa juga penting sebagai fungsi kepada kepekatan pewarna yang digunakan dalam perindustrian. Melalui hukum Lambert-Beer kita boleh menghitung kejadian seperti rumus di bawah:

$$\log \frac{I_0}{I} = E = \varepsilon l c \quad (2.1)$$

I

Dimana:

I₀ = peristiwa cahaya

I = cahaya yang meninari sampel

c = kepekatan bahan yang diserap (mol⁻¹/L)

l = lapisan ketebalan/panjang sel sampel (cm)

ε = koefisien serapan

A = *ε l c* adalah dipanggil bahan penyerap (optical density) sampel dan nisbah *I*/*I₀* adalah pemancar *T*. Perhubungan kedua-duanya boleh ditulis seperti persamaan dibawah:

$$\log T = -A \quad (2.2)$$

2.1.1 Penyerapan Foton oleh Molekul

Pewarnaan sebatian dan ion disebabkan oleh kebolehan partikel tersebut menyerap pancaran elektromagnet dalam julat 400nm sehingga 700nm. Tenaga yang terhasil dari cahaya dan ultralembayung pada 10nm sehingga 400nm akan diserap oleh sebatian molekul dan ini menaikkan satu elektron kepada paras tengah yang lebih tinggi. Satu molekul di dalam aras tenaga rendah akan menyerap tenaga terkuantum yang dikenali sebagai foton dan seterusnya ditukarkan kepada aras tenaga yang lebih tinggi yang dikenali sebagai tenaga peralihan (Suppa, 1994 dan Harvey, 2000).

Pancaran melalui foton juga dikenali sebagai *photoluminescence* dan pancaran melalui tindak balas kimia pula dikenali sebagai *chemiluminescence*. Molekul yang lebih reaktif boleh mengalami tindak balas yang berbeza daripada molekul yang stabil. Tenaga ini serupa dengan 170 sehingga 300 kJ mol^{-1} untuk spektrum nampak dan 300 sehingga 12 000 kJ mol^{-1} bagi yang berdekatan dan yang jauh dari cahaya ultralembayung(Suppa, 1994 dan Harvey, 2000).

Serapan ultralembayung dan spektrum nampak tidak berbeza jika dibezakan dengan mekanisma cahaya serapan. Kedua-dua proses menghasilkan spertra elektronik. Spektra elektronik ini akan memberi maklumat mengenai sifat elektronik molekul terutamanya mengenai sebatian tak tenu. Penyerapan sinar UV berlaku apabila tenaga daripada kejadian pancaran adalah sama dengan penukaran elektronik dalam molekul (Suppa, 1994 dan Harvey, 2000).

Penarikan elektronik bersama pergerakan elektron tunggal dari orbital yang berada pada paras tenaga yang rendah akan teruja kepada paras tenaga yang lebih tinggi. Terdapat 4 jenis penukaran aras tenaga yang berlaku dengan menggunakan spektrometer UV-VIS adalah seperti di dalam Jadual 2.1 (Harvey, 2000):

Penukaran	Panjang Gelombang (nm)	Contoh
$\sigma \rightarrow \sigma^*$	<200	C-C,C-H
$n \rightarrow \sigma^*$	160-260	H ₂ O,CH ₃ OH,
$n \rightarrow \pi$	200-500	C=C,C=O,C=N
$n \rightarrow \pi^*$	250-600	C=O,C=N,N=N

Jadual 2.1 Jenis transformasi elektronik, panjang gelombang dan contoh.

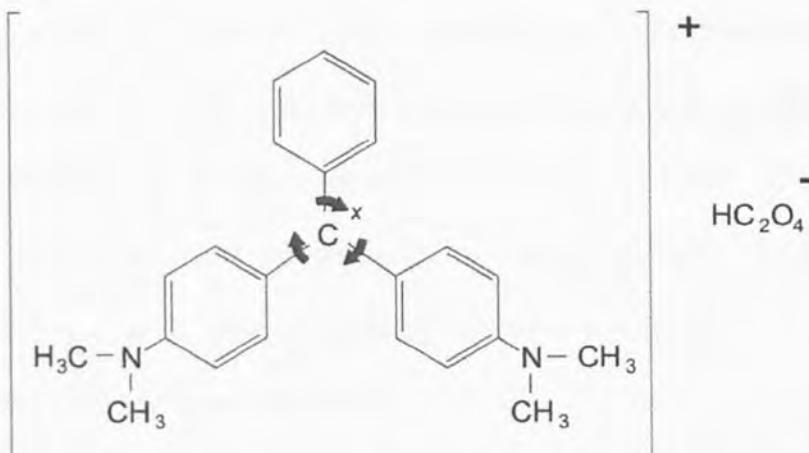
2.3 PEWARNA

Pewarna merupakan sebatian aromatik dan digunakan untuk menghasilkan suhu warna apabila berinteraksi dengan bahan yang lain di dalam proses penghaburan daripada sebatian. Pewarna moden telah dihasilkan daripada sintesis kimia organik. Demi untuk mendapatkan tarikan pengguna, pewarna tersebut dihasilkan supaya mempunyai ketahanan warna dan dapat dikenalkan (Zollinger, 1991).

Manusia berkebolehan untuk melihat atau mengenal pasti sebahagian warna yang terhasil daripada panjang gelombang yang berlainan melalui pencaran elektromagnet. Tenaga akan diserap oleh molekul melalui pelbagai bahagian di dalam spektrum elektromagnet. Mata menerima pancaran pada julat 400nm sehingga 700nm akan menyebabkan sesuatu objek itu akan kelihatan berwarna. Struktur kompleks pada

pewarna mempunyai hubungan penarikan dan pembuangan elektron apabila penyerapan cahaya berlaku di dalam keadaan nampak. Corak warna dan kepentasan pewarna bergantung kepada substrat kerana tindak balas yang berbeza pada orbital molekul dengan substrat. Dengan itu, pewarna dapat menyerap tenaga dan menguraikannya kepada persekitaran (Zollinger, 1991).

2.3.1 Pewarna Makalit Hijau Oksalat (MGO)



Rajah 2.1 Struktur molekul Makalit Hijau Oksalat (Chia, 2004)

Bahan pewarna ini telah dijumpai dan digunakan secara meluas di dalam dunia terutamanya di dalam industri penternakan ikan. Struktur molekul Makalit Hijau Oksalat adalah perti di dalam Rajah 2.1. Pewarna tersebut digunakan sebagai fungisid dan ektoparasit didalam penternakan ikan. Selain itu, pewarna ini juga digunakan di dalam bidang perindustrian terutamanya di dalam perusahaan industri tekstil walaupun kosnya adalah mahal.

Bahan pewarna ini, digunakan untuk mewarnakan kain sutera, bulu biri, kulit dan kain kapas kerana kekuatan dan kekilauan warnanya. Namun begitu, ketoksidan yang tinggi terkandung di dalam bahan pewarna tersebut telah menjadi merbahaya dan akibatnya boleh menyebabkan kanser dan tumor hati (Salfarik dan Salfarikova, 2002).

2.3.2 Pengelasan Warna

Penyataan pewarnaan adalah disebabkan oleh kebolehan cahaya nampak yang diserap pada panjang gelombang 400nm sehingga 700nm yang menghasilkan sesuatu sebatian itu kelihatan berwarna. Pewarnaan semulajadi sebatian organik dan sebatian inorganik telah digunakan sejak berabad lamanya. Kedua-dua sebatian tersebut dapat dikelaskan kepada sebatian semulajadi dan sebatian sintetik. Perkara tersebut diperolehi daripada hasil kajian yang dilakukan oleh W.H Perkin pada tahun 1956 melalui kajian terhadap industri pewarna.

Sejak beberapa tahun yang lalu, berjuta-juta bahan pewarna kimia telah disentesis dan hampir 10 ribu daripada bahan tersebut telah dihasilkan dalam industri (Zollinger, 1991). Sebatian pewarna boleh dikelaskan berdasarkan reagen yang digunakan dan mengikut pertambahan setiap sebatian kimia di dalam kelas tersebut. Setiap sebatian pewarna yang digunakan di dalam jadual Indeks yang telah dikeluarkan oleh pertubuhan Cecair Pewarna dan Pewarnaan (*Dyers and Colourist*) dari United Kingdom.

RUJUKAN

- Abrahart, E. N., 1997. Dyes and Their Intermediates. ed. ke-2. Edward Arnold, London.
- Allen, R. L. M., 1971. *Colour Chemistry*. Thomas Nelson and Sons, London.
- Anliker, R., 1997. Ecotoxicology and Environmental Safety 1. *Chem. Abstr.* **88** (1978), 84102.
- Andreozzi, R., Caprio, V., Insola , A. dan Morotta, R., 1999. Advanced Oxidation Process (AOPs) for Water Purification and Recovery. *Catalysis Today* **53** (1), 51-59 ms.
- Arslan, I. dan Balcioglu, I. A., 1999. Degradation of commercial reactive dyestuffs by Heterogenous and homogenous advanced oxidation process: a comparative study *Dyes and Pigments* **43**, 95-108 ms.
- Atkins, P. W., 1994. *Physical Chemistry*. ed. ke-2. Butler & Tanner Ltd., Frome & London Great Britain.
- Atkins, P. W., 2001. *Physical Chemistry*. ed. ke-6.Oxford University Press, Oxford.
- Balcioglu, I. A. dan Arslan, I., 1997. Treatment of Textile Wastewater by Heterogenous Photocatalytic Oxidation Process.*Environ. Sci. Technol* **18**, 1053-1059 ms.
- Bruice, P.Y., 1998. *Organic Chemistry*. ed. ke-2. Prentice-Hall Inc., USA.

- Chia, K.L., 2004. *Photo-fenton Oxidation of Basic Dye Malachite Green : Effect Of Solution pH and H₂O₂ dosage.* Tesis Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah, Sabah.
- Clarke, E.A dan Anliker, R., 1984. *Rev. Progr. Coloration* **14**, 84.
- Dilthey, H., dan Wizinger, R., 1984. *J. Prakt. Chem* **118**, 321.
- Dionysiou, D.D., Suidan, M.T., Bekou, E., Baudin, I. And Laine, J.M., 2000. Effect of Ionic Strength Hydrogen Peroxide on the Phoyo catalytic Degradation of 4-Dhlorobwnzoic Acid in Water. *Applied Catalysis B: Environmental* **26** (3), 153-171.
- Eckenfelder, W., Browers, A. & Roth, J., 1992. *Chemical Oxidation Technologies.* Technomic Publishing Com, Inc, USA.
- Ghaly, M. Y., Hartel, G., Mayer, R. Haseneder, R., 2001. Photochemical Oxidation of *p*-chlorophenol by UV/H₂O₂ and Fenton Process: A comparative Study. *Waste Management* **21**,41-47.
- Glaze, W.H., Kang, J.W. and Chapin, D.H., 1987. The Chemistry of Water Treatment Process Involving Ozone, Hydrogen Peroxide and Ultraviolet Radiation. *Ozone Sci, Eng* **9**, 335-353.
- Hamza, A, and Hamoda, M.F., 1980. *Proceedings of the 35th Purdue Industrial Waste Conference.* West Lafayette, IN.
- Harvey, D., 2000. *Modern Analytical Chemistry.* The McGraw-Hill Companies, Inc., Singapore.
- Herbst, W. dan Hunger, K., 1993. *Industrial Organic Pigments, Production, Properties Applications.* VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim.

- Herrmann, J. M., 1999. Heterogeneous Photocatalysis: fundamentals and applications to the removal of various type of aqueous pollutants. *Catalysis Today* **53**, 115-129 ms.
- Herrmann, J. M., Jansen, F. dan Van Saten, R.A, 1999. Water Treatment by Heterogeneous Photocatalysis in Environmental Catalysis. ed. *Catalytic Science Series 1*, 171-194 ms.
- Hisanaga, T., Haraka, K. and Tanaka, T., 1990. Photo catalytic Degradation of Organochlorine Compounds in Suspended TiO₂. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* **54**, 113-118.
- Holme, I., 1984. In: Griffith, J. *Developments in Chemistry and Technology of Organic Dyes*. ed. Blackwell Scient. Publ., Oxford.
- Istvan, I., Katalin. F. and Andras, D., 1998. The Photochemical Behavior of Hydrogen Peroxide in Near UV-Irradiated Aqueous Suspensions. *Molecular Catalysis A: Chem* **135**, 55-61.
- James, A. C., 1995. Catalysis in 21st Century : The Next Frontier. *Science And Technology In Catalysis* **92**, 1-7 ms.
- Kauffmann, H., 1907. Die Auxochrome. *Sammlung chem. und chem.-techn* **12**, 1.
- Kiwi, J., Pulgarin. C., Peringer, P., Gratzel, M., 1993. Benificial Effects Heterogenous Photocatalysis on the Biodegradation of Anthraquinone Sulphonate Observed in Water Treatment. *New J. Chem* **17**, 487-194 ms.
- Linsebigler, A. L., Gangquan, L. dan Yates, J. T., Jr., 1995. Photocatalysis on TiO₂ Surfaces: Principles, Mechanisms, and Selected Results. *Chem. Rev.* **95**, 735-758ms.

- Malik, P.K. dan Saha, S.K., 2002. Oxidation of direct dyes with peroxide using ferrous Ion as catalyst. *Separation and Purification Technology* **25**, 55-83.
- Moh, P.Y., 2002. Photooxidative Degradation of Sumfix Supra Blue BRF in Titania-Assisted and Ozone-Assisted Systems. Universiti Teknologi Malaysia, Sekudai.
- Okamoto, K., Yamamoto, Y., Tanaka, H., Tanaka M. and Itaya, A., 1985. Heterogeneous Photocatalytic Decomposition of Phenol over TiO₂ Powder. *Bull. Chem. Soc. Jpn* **58**, 2015-2022.
- Rivera, A.P., Tanaka K. and Hisanaga, T., 1993. Photocatalytic Degradation of Pollutant over TiO₂ in Defferent Crystal Structures. *Applied Catalysis B: Environmental* **3**, 37-44.
- Rose Aini Kamaruddin & Farediah Ahmad (ptjh.), 1992. *Pengenalan Spektrokopii*. Universiti Teknologi Malaysia, Johor.
- Safarik, I. dan Safarikova, M., 2002. Detection of low concentration of Malachite Green In crystal violet in water. *Water Research* **36**, 196-200.
- Sapach, R. and Viraraghavan, T., 1997. An Introduction of Hydrogen Peroxide and Ultraviolet Radiation: An Advanced Oxidation Process. *J. Enviro. Sci. Health A* **32** (8), 2355-2366.
- Serpone, N. dan pelizzetti, E., 1989. *Photocatalysis: Fundamentals and Applications*. Wiley/Interscience, New York.
- Sheng, H. dan Chi, M., 1993. *Treatment of Textile Wastes Effluents By Ozonation and Chemical Coagulation*. Yuan Institute of Technology, Taiwan. 1743-1744 ms.

- Spadaro, J.T., Isabelle, L. and Renganathan, V., 1994 Hydroxyl Radical Mediated Degradation of Azo Dyes: Evidence for Benzene Generation. *Environ. Sci. Technol* **28**, 1389-1393.
- Suppan, P., 1994. *Chemistry and Light*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Zhang, F., Zhao, J., Shen, T., Hidaka, H., Pelizzetti, E. dan Serpone, N., 1998. TiO₂-Assisted Photodegradation of Dye Pollutants: II. Adsorption and Degradation of Kinetic of Eosin in TiO₂ Dispersions under Visible Light irradiation. *Applied Catalysis B: Environmental* **15** (1-2), 147-156.
- Zollinger, H., 1991. *Color Chemistry. Synthesis, Properties and Applications of Organics Dyes and Pigments*. 2nd revised ed., VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim.