

4000006306

HADIAH



**KESAN Fe^{2+} DAN JARAK GELOMBANG CAHAYA UV TERHADAP
DEGRADASI *NAPHTOL BLUE BLACK* (NBB) DALAM SISTEM
PEMANGKINAN-FOTO**

CHOO CHEN HUI

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN**

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PROGRAM KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

PERPUSTAKAAN UMS
MAY 2005



1400006306



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KESAN Fe^{2+} DAN JARAK GELOMBANG CAHAYA UV TERHADAP

DEGRADASI NAPHITOL BLUE BLACK (NBB) DALAM SISTEM
PEMANGKINAN-FOTO.

Jazah: Ijazah Sarjana Muda SAINS

SESI PENGAJIAN: 2002-2005

Nama: CHOO CHEN HUI

(HURUF BESAR)

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

Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.

Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.

Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.

**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

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 614, Wq Kota Kenari 3/5,

Moh Pak Yan

Kota Kenari, 89000 Kulim, Kedah

Nama Penyelia

Tarikh: 03 / 31 2005

Tarikh: 03 / 31 2005

PERHATIAN: * 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 diklasikan sebagai SULIT dan TERHAD.


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



PENAKUAN

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

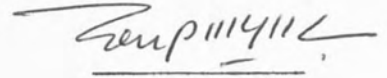
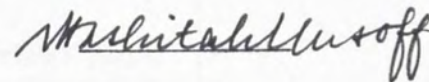
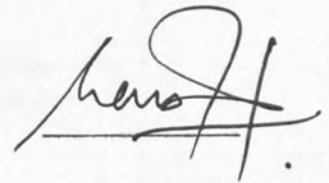
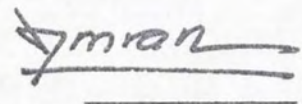
23 Mac 2005


CHOO CHEN HUI
HS 2002 - 3706



PENGAKUAN PEMERIKSA

Tandatangan

1. PENYELIA**(En. Moh Pak Yan)****2. PEMERIKSA I****(Assoc. Prof. Dr. Mashitah Yusoff)****3. PEMERIKSA II****(Prof. Madya Dr. Marcus Jopony)****4. DEKAN****(Prof. Madya Dr. Amaran Ahmed)**

PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk merakamkan ribuan terima kasih kepada Encik Moh Pak Yan, selaku penyelia saya di segala nasihat dan tunjuk ajar beliau sepanjang projek ini selama dua semester pada sesi 2004/2005.

Kepada pembantu makmal kimia industri, khususnya Encik Sani Gorudin yang telah memberi banyak bantuan dan kerjasama dalam penyediaan bahan kimia dan instrumen semasa menjalani kajian ini.

Ucapan terima kasih juga kepada rakan seperjuangan saya yang telah banyak memberi nasihat dan sokongan, serta pandangan dan cadangan baik kepada saya dalam perjalanan kajian ini.

Akhir sekali kepada keluarga saya tersayang yang memberi nasihat dan sokongan moral selama kajian ini dijalankan sehingga saya berjaya menamatkan pengajian.

Ikhlas dari,



ABSTRAK

Kesan Fe^{2+} dan jarak gelombang cahaya UV terhadap degradasi pewarna tekstil simulasi, *Naphtol Blue Black* (NBB) telah dikaji dengan menggunakan sistem pemangkinan-foto. Kajian ini menetapkan nilai kepekatan awal pelarut NBB sebagai $2 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}$, $1 \text{ gL}^{-1} \text{ TiO}_2$ dan kepekatan H_2O_2 sebanyak $1 \times 10^{-3} \text{ molL}^{-1}$. Darjah degradasi keserapan larutan NBB dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 620 nm. Hasil kajian menunjukkan bahawa kepekatan ion Fe^{2+} yang semakin tinggi akan meningkatkan darjah degradasi larutan pewarna NBB secara langsung. Selain itu, didapati bahawa peratus degradasi dengan kehadiran UV-A adalah lebih tinggi daripada UV-C. Kinetik tindak balas *Naphtol Blue Black* (NBB) dalam sistem $\text{TiO}_2/\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ adalah merupakan tindak balas tertib pertama psedo. Urutan keupayaan bagi sistem pemangkinan-foto dalam mendegradasikan larutan NBB adalah $\text{TiO}_2/\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV} > \text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV} > \text{H}_2\text{O}_2/\text{UV} > \text{Fe}^{2+}/\text{UV}$.

SENARAI KANDUNGAN

Muka surat

HALAMAN JUDUL	
PENGAKUAN	ii
PENGAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 JENIS-JENIS KAEDAH RAWATAN AIR DALAM INDUSTRI TEKSTIL	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	3
1.3 SKOP KAJIAN	4
BAB 2 ULASAN LITERATUR	5
2.1 FOTOKIMIA	5
2.2 RADIASI ELEKTROMAGNETIK	5
2.3 PENYERAPAN CAHAYA	8
2.4 PEWARNA	8
2.4.1 Pengelasan pewarna	8
2.4.2 Pewarna Asid	9
2.4.3 Pewarna Azo	9
2.4.4 Pewarna Reaktif Azo	10
2.5 APLIKASI-APLIKASI PEWARNA	10
2.5.1 Pewarna Asid (<i>acid dyes</i>)	10
2.5.2 Pewarna Bes (<i>basic dyes</i>)	11
2.5.3 Pewarna Langsung (<i>direct dyes</i>)	11



2.5.4	Pewarna Suraian (<i>disperse dyes</i>)	11
2.5.5	Pewarna Reaktif (<i>reactive dyes</i>)	11
2.5.6	Pewarna Sulfur (<i>sulfur dyes</i>)	12
2.5.7	Pewarna Vat (<i>vat dyes</i>)	12
2.6	PROSES OENGOXIDATION TAHAP TINGGI (ADVANCE OXIDATION PROCESS, AOPs)	12
2.7	PEMANGKINAN HETEROGEN	13
2.7.1	Kesan Logam Terhadap Sistem Berasaskan Titania, TiO ₂	15
2.7.2	Tindak Balas Radikal Hidroksil ($\cdot\text{OH}$) Dengan Sebatian Organik Dan Tak Organik.	16
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	19
3.1	PENGENALAN	19
3.2	BAHAN KIMIA	20
3.3	PERALATAN (ALAT RADAS)	20
3.4	PENYEDIAAN LARUTAN DAN REAGEN KIMIA	21
3.4.1	Penyediaan Larutan Stok Pewarna NBB	21
3.4.2	Pencairan Larutan Stok Pewarna NBB	21
3.4.3	Penyediaan Reagen Kimia	22
3.4.3.1	Reagen Fe ²⁺	22
3.4.3.2	Reagen H ₂ O ₂	24
3.4.3.3	Reagen TiO ₂	25
3.5	KAEDAH	25
3.5.1	Degradasi Larutan NBB Dalam Sistem Pemangkinan-foto	25
3.6	ANALISIS DATA	27
3.6.1	Keserapan (Abs) Cahaya UL-nampak	27
3.6.2	Keserapan Bagi Larutan NBB	28
3.6.3	Tertib Tindak Balas Dan Pemalar Kadar	29
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	30
4.1	PENGENALAN	30
4.2	KESAN KEPUTUSAN OPERASI TERHADAP DEGRADASI LARUTAN NBB DALAM SISTEM PEMANGKINAN-FOTO	30



4.2.1	Kesan Kehadiran H_2O_2	32
4.2.2	Kesan Ion Fe^{2+}	33
4.2.3	Kesan Kepekatan Ion Fe^{2+}	35
4.2.3.1	Kesan Kepekatan Ion Fe^{2+} Dengan Kehadiran Cahaya UV-A	35
4.2.3.2	Kesan Kepekatan Ion Fe^{2+} Dengan Kehadiran Cahaya UV-C	37
4.2.4	Kesan Cahaya Ultralembayung Terhadap Ion Fe^{2+}	40
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	44
6.1	KESIMPULAN	44
6.2	CADANGAN	45
	RUJUKAN	46
	LAMPIRAN A	49
	LAMPIRAN B	51



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
3.1	Parameter-parameter operasi	27
4.1	Peratus degradasi, D_{Abs} bagi degradasi larutan pewarna NBB dengan kehadiran parameter-parameter operasi yang berlainan selepas masa dua jam tindak balas.	31
4.2	Keserapan ($\lambda_{maks.} = 620 \text{ nm}$) dan peratus degradasi, D_{Abs} bagi $2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ larutan pewarna NBB dalam sistem pemangkinan-foto $\text{TiO}_2/\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV-A}$ dengan kepekatan ion Fe^{2+} yang ditetapkan.	35
4.3	Keserapan ($\lambda_{maks.} = 620 \text{ nm}$) dan peratus degradasi, D_{Abs} bagi $2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ larutan pewarna NBB dalam sistem pemangkinan-foto $\text{TiO}_2/\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV-C}$ dengan kepekatan ion Fe^{2+} yang ditetapkan dalam masa 120 minit.	37



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat	
2.1	Pengujian elektron	6
2.2	Kawasan jarak gelombang dalam spektrum elektromagnetik	7
2.3	Kawasan radiasi bagi UV	7
2.4	Struktur molekul bagi pewarna reaktif NBB	10
2.5	Pemangkinan-foto heterogen	13
3.1	Struktur molekul <i>Naphtol Blue Black</i> (NBB)	20
3.2	Foto-reaktor berkapasiti 600 mL	25
3.3	Bentuk spektrogram	28
3.4	Graf kadar degradasi $\ln ([A]/[A]_0)$ lawan masa t	29
4.1	Perbandingan peratus degradasi, D_{Abs} antara sistem $Fe^{2+}/H_2O_2/UV$ (□), sistem H_2O_2/UV (▲) dan sistem Fe^{2+}/UV (◇) terhadap degradasi $2 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}$ larutan pewarna NBB.	32
4.2	Perbandingan peratus degradasi, D_{Abs} antara sistem $TiO_2/Fe^{2+}/H_2O_2/UV$ dengan $TiO_2/H_2O_2/UV$ terhadap degradasi $2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ larutan pewarna NBB.	34
4.3	Peratus degradasi, D_{Abs} bagi $2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ larutan pewarna NBB dalam sistem $TiO_2/Fe^{2+}/H_2O_2/UV-A$ dengan kehadiran kepekatan ion Fe^{2+} $5 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$, $1 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$, $5 \times 10^{-6} \text{ molL}^{-1}$, $1 \times 10^{-6} \text{ molL}^{-1}$ dan $5 \times 10^{-7} \text{ molL}^{-1}$.	36

No. Rajah	Muka Surat	
4.4	Peratus degradasi, D_{Abs} bagi $2 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}$ larutan pewarna NBB dalam sistem $\text{TiO}_2/\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV-C}$ dengan kehadiran kepekatan ion Fe^{2+} $5 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$, $1 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$, $5 \times 10^{-6} \text{ molL}^{-1}$, $1 \times 10^{-6} \text{ molL}^{-1}$ dan $5 \times 10^{-7} \text{ molL}^{-1}$.	38
4.5	Kesan cahaya UV terhadap kepekatan ion Fe^{2+} yang berlainan bagi sistem $\text{TiO}_2/\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ dalam degradasi $2 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}$ larutan pewarna UV-A (■) dan UV-C (□).	40
4.6	Spektrum UV-VIS selepas foto-degradasi larutan pewarna azo.	42

SENARAI SIMBOL

E	tenaga
ν	frekuensi
c	halaju cahaya
λ	panjang gelombang
σ	sigma
π	pi
I	keamatan cahaya
c	kepekatan
ϵ	keterserapan molar
l	panjang
e^-	electron
h^+	lubang positif
Abs	keserapan
D_{Abs}	peratus degradasi



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 JENIS-JENIS KAEDAH RAWATAN AIR DALAM INDUSTRI TEKSTIL

Air buangan daripada industri tekstil merupakan punca pencemar yang utama di kalangan sektor perindustrian atas pertimbangan dengan amaun buangan dan juga komposisi efluennya (Stylidi *et al.*, 2002). Sisa air tekstil merupakan air yang diwarnakan oleh pewarna yang digunakan dalam industri tekstil. Bagi sesetengah pewarna azo, ia mudah diturunkan dan dinyahwarnakan dalam air buangan membentuk amina primer yang karsinogenik (Ayse, 1997).

Sisa air tekstil mempunyai nilai pH yang tinggi, perubahan warna dan permintaan oksigen kimia (chemical oxygen demand, COD) yang tinggi. Selain daripada pewarna, sisa air tekstil juga mengandungi bahan kimia yang lain yang digunakan dalam tekstil pemprosesan. Contohnya, polivinyl alkohol (PVA), kanji, pestisid, bahan terampai dan lain-lain lagi (Ayse, 1997). Disebabkan dengan kekompleksan, kepelbagaian dan kestabilan bagi sebatian yang terkandung dalam sisa air tekstil, rawatan air secara tradisional adalah tidak berefektif dalam penyahwarnaan dan degradasi air tercemar (Stylidi *et al.*, 2002).



Dianggarkan bahawa kira-kira 10 - 15% daripada pewarna dilepaskan sebagai efluen semasa sintesis dan pemprosesan. Antara bahan-bahan pewarna ini, pewarna azo merupakan pewarna yang kerap sekali digunakan dalam industri tekstil (Stylidi *et al.*, 2003; Spadaro *et al.*, 2002). Rawatan sisa air tercemar merupakan satu perkara yang penting untuk melindungi alam sekitar ini. Sehingga kini, belum ada penyaring yang standard telah ditentukan, kebanyakan kilang menggunakan penyaring sebagai tapisan sisa air dan kemudian air tersebut dikitar semula (Stylidi *et al.*, 2002). Pelbagai kajian telah dibuat ke atas rawatan secara biologikal, fizikal, dan juga secara kimia. Rawatan sisa air secara biologikal sering menjadi pilihan utama atas sebab lebih ekonomi. Walau bagaimanapun, rawatan ini tidak efektif kerana sifat rintangan pewarna terhadap degradasi dalam keadaan aerobik. Dalam keadaan anerobik, pewarna akan diturunkan menjadi amina aromatik yang bersifat karsinogenik. Oleh itu, efluen industri mengandungi bahan toksik dan bahan organik yang tidak dapat didegradasikan secara biologikal. Rawatan secara fizikal adalah seperti osmosis pembalikan dan penjerapan pewarna pada arang. Ia adalah tidak efektif dalam penyahwarnaan, malahan dapat menukarkan bahan pencemar kepada media lain lalu menyebabkan pencemaran sekunder. Walaupun rawatan secara kimia dapat mengalih pewarna dan juga bahan organik dengan berjaya, namun ia memerlukan kos yang tinggi (Stylidi *et al.*, 2003; Sarria *et al.*, 2001). Pada masa kini, terdapat beberapa jenis teknik rawatan semasa yang digunakan, namun kebanyakannya masih dalam tahap kajian dalam makmal sahaja. Hal-hal seperti kelajuan dalam penyahwarnaan, kos, kecekapan untuk digunakan dan kesan ke atas persekitaran merupakan perkara penting yang perlu ditimbang (Ayse, 1997).



Proses Pengoksidaan Tahap Tinggi (Advance Oxidation Process, AOPs) telah semakin diberi perhatian dalam perawatan effluen. Kajian baru-baru ini menunjukkan bahawa ia dapat mendegradasi komponen organik dalam kepekatan yang rendah dan mempunyai potensi untuk digunakan sebagai tenaga solar (Feng *et al.*, 2000).

Proses Pengoksidaan Tahap Tinggi (Advance Oxidation Processes, AOPs) dikemukakan sebagai alternatif jenis rawatan sisa air. Biasanya, AOPs menggunakan H_2O_2 atau O_2 sebagai agen pengoksidaan untuk menghasilkan bahan perantaraan yang reaktif, iaitu radikal hidroksi ($OH\cdot$) dimana ia mempunyai keupayaan pengoksidaan yang tinggi dan dapat mengoksidakan hampir semua bahan pencemar organik. Radikal hidroksil ini menyerang molekul organik dengan cara menarik satu atom hidrogen atau mengikat dengan molekul dan membentuk ikatan dubel. Akhirnya, molekul organik ditukarkan kepada bahan perantara yang lebih mudah dioksidakan berserta dengan karbon dioksida dan air dihasilkan sebagai hasil sampingan (Sarria *et al.*, 2001; Sarria *et al.*, 2002; Stylidi *et al.*, 2002).

1.2 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian ini berfokus kepada kesan parameter-parameter operasi terhadap sistem pemangkina-foto sebagai teknik rawatan bagi effluen tekstil simulasi *Naphtol Blue Black* (NBB). Objektif-Objektif kajian ini adalah :

- a) Mengkaji kesan kepekatan ion Fe^{2+} dan jarak gelombang cahaya UV yang berbeza terhadap degradasi larutan NBB dalam sistem pemangkina-foto $TiO_2/Fe^{2+}/H_2O_2/UV$;



- b) Menentukan kinetik tindak balas dan keadaan optimum bagi sistem $\text{TiO}_2/\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ terhadap degradasi larutan NBB.

1.3 SKOP KAJIAN

Kajian ini dijalankan dalam dalam makmal dengan menggunakan foto-reaktor silinder berkapasiti 600 mL dengan kehadiran radiasi cahaya UV. Skop kajian ini adalah mengkaji kesan kepekatan ion Fe^{2+} dan jarak gelombang cahaya UV yang berbeza terhadap degradasi efluen pewarna tekstil dalam sistem pemangkinan-foto. Larutan *Naphtol Blue Black* (NBB) digunakan sebagai efluen pewarna simulasi dalam kajian ini. Pemerhatian dan penilaian adalah tertumpu ke atas perbandingan antara degradasi pewarna pada parameter-parameter operasi yang berbeza, seperti penambahan ion Fe^{2+} dalam kuantiti yang berbeza, pengubahan kepekatan awal pewarna dan kesan jarak gelombang cahaya UV yang berbeza terhadap Fe^{2+} dalam pemangkinan-foto.



BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 FOTOKIMIA

Fotokimia merupakan satu kajian ke atas tindak balas yang melibatkan keadaan teruja molekul secara elektronik. Perubahan dalam intipati kualitinya dan juga sifatnya yang dipengaruhi oleh sinaran UV-VIS dikaji. Asas kegunaan bagi radiasi dan cahaya UV boleh diklasifikasikan mengikut fungsi kelakuannya sebagai tenaga atau sebagai spesifik dan ekologi reagen pembersih dalam bentuk foton.

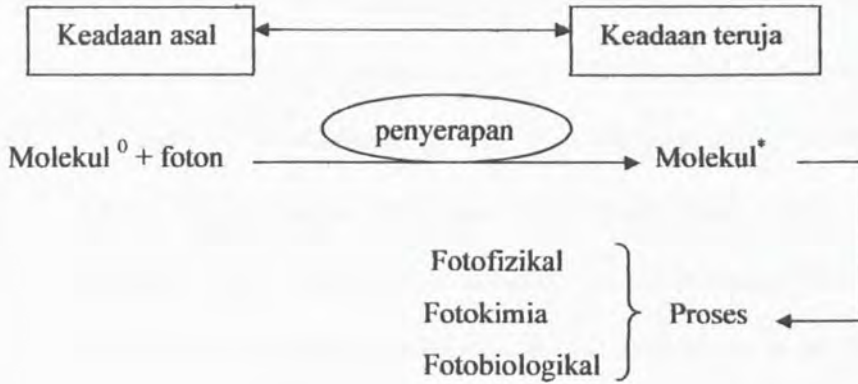
Teknologi fotokimia termasuklah fotokimia tenaga suria dan juga AOPs atau AOTs yang bertindak ke atas rawatan air dan udara atau rawatan permukaan dan membasmi kuman. (Braun, 1997)

2.2 RADIASI ELEKTROMAGNETIK

Konsep radiasi elektromagnetik diwakili oleh zarah contohnya foton seperti dalam rajah di bawah dan membolehkan foton disifatkan sebagai reagen yang 'berlanggar' ataupun



tindakbalas dengan molekul atau atom untuk mengujakan elektron ke keadaan teruja (takat orbital yang tenaga lebih tinggi).

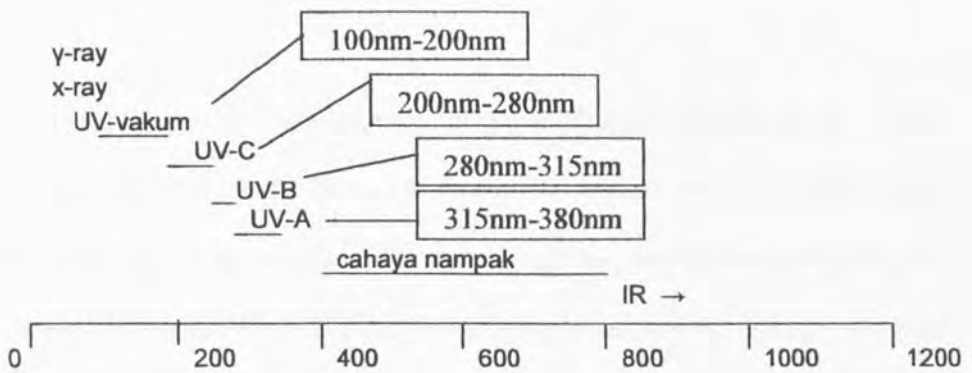


Rajah 2.1 Pengujaan foton

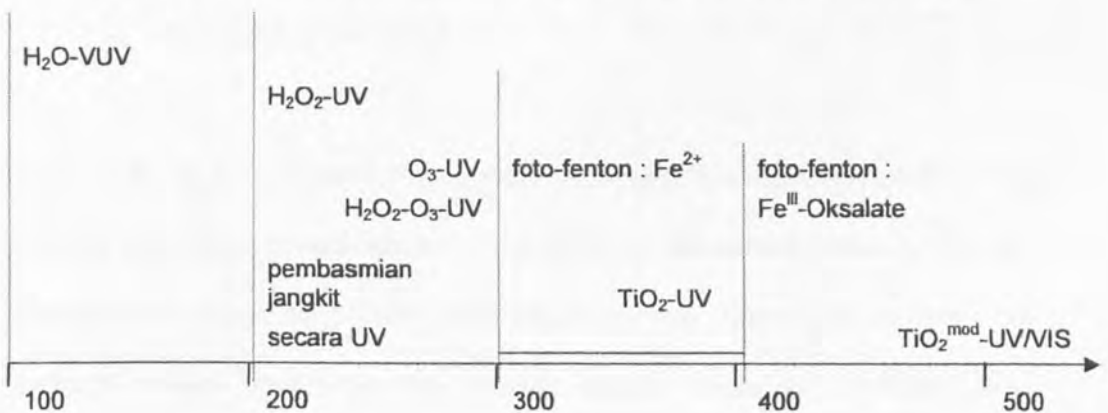
Jarak gelombang (λ) yang sering digunakan dalam fotokimia adalah dalam lingkungan 170nm hingga 1000nm kerana pengujaan foton bagi molekul organik ataupun inorganik M ke keadaan teruja M* dihasilkan dalam lingkungan jarak gelombang ini. Kawasan yang aktif dengan fotokimia dalam spektrum elektromagnetik dibahagikan kepada lima bahagian iaitu UV-vakum (UV-V), UV-C, UV-B, UV-A dan cahaya nampak.

UV-V berada dalam kawasan λ -nya 280nm hingga 315nm. Hampir semua bahan menyerap radiasi VUV termasuknya air, karbon dioksida dan oksigen. Radiasi VUV memainkan peranan yang penting dalam AOPs kerana keberkesanannya diserap oleh air dalam bentuk cecair dan gas. Ini akan menyebabkan homolisis air dan menghasilkan atom hidrogen dan radikal OH⁻. Tindak balas ini berguna dalam proses pengoksida VU-V bahan organik dalam air secara mineral. Kawasan bagi radiasi UV-

C adalah berada diantara jarak gelombang 200 nm hingga 280 nm. Penyerapan radiasi UV-C oleh sel organisma akan menyebabkan mutasi sel dan juga kematian sel. Ia sangat berguna dalam proses pembasmi kuman secara UV dengan menghalangkan aktiviti bakteria, virus dan jenis mikroorganisma lain. Radiasi UV-B berada di kawasan jarak gelombang 280 nm hingga 315 nm. UV-B dengan VUV sering diserap oleh oksigen dan juga ozon. Manakala radiasi UV-A yang berada di kawasan jarak gelombang 315nm hingga 380nm. UV-A dan UV-B merupakan pendorong dalam selaran matahari dan kanser kulit. Cahaya nampak diaktifkan secara biologi dalam fotosintesis. Ia diserap oleh pewarna dan fotosensor yang lain (Willey *et al.*,2003)



Rajah 2.2 Kawasan jarak gelombang dalam spektrum elektromagnetik



Rajah 2.3 kawasan radiasi bagi UV

2.3 PENYERAPAN CAHAYA

Warna bagi molekul-molekul dan ion-ion adalah bergantung kepada kebolehan partikel-partikel tersebut menyerap radiasi elektromagnetik pada julat jarak gelombang 400nm hingga 800nm. Tenaga cahaya yang diserap oleh partikel-partikel tertentu digunakan untuk mengujakan salah satu daripada elektron-elektronnya kepada keadaan tenaga yang lebih tinggi (Zollinger, 1991). Maka molekul-molekul bagi sebatian yang berwarna mestilah mengandungi elektron-elektron yang bergerak.

2.4 PEWARNA

Pewarna merupakan sebatian organik aromatik yang berwarna dan boleh mengion dalam bentuk larutan. Pewarna digunakan sebagai bahan pencelup bagi pelbagai substrat seperti kertas, kulit, rambut, bahan plastik, bahan kosmetik, lilin dan bahan makanan. Pewarna boleh dikelaskan mengikut keterlatutan, struktur, ataupun cara penggunaan mereka (Bannister *et al.*).

2.4.1 PENGELASAN PEWARNA

Colour index (C.I) merupakan sistem pengelasan yang digunakan dan diterima secara antarabangsa dalam seluruh industri penghasilan dan penggunaan pewarna. Sistem ini dihasil secara matematikal dalam definisikan pewarna. Lima digit nombor indeks warna diberikan kepada pewarna apabila struktur kimianya diketahui. Sistem pengelasan ini mengelaskan pewarna secara nombor indeks warna iaitu mengikut komponen kimia dan nama indeks warna iaitu mengikut penggunaan pewarna



tersebut. Number indeks warna, nama indeks warna dan juga nama komersial adalah saling tidak merujuk kepada satu sama lain.

Nama indeks warna sesuatu pewarna didapat melalui penggunaan dan corak warnanya. Contohnya, CI Basic Blue 41. Manakala nama komersial sesuatu pewarna pula melalui cap dadagang yang digunakan dalam kilang pembentukkan pewarna tersebut, warnanya dan juga siri huruf serta nombor dalam pemprosesan warna sebagai kod menjelaskan sifat pewarna. Contohnya, pewarna merah kebiruan (bluish-red) ditadai dengan Red 4BL (Bannister *et al.*)

2.4.2 PEWARNA ASID

Pewarna asid merupakan garam asid organik disebabkan terdapat pengganti asidik dalam molekul pewarna, maka pewarna asid adalah anionik dan larut dalam air. Cas negatif pada bahagian anionik pewarna ini dalam larutan akan bertindak dengan tapak cas positif pada bahagian kationik gentian (Baer dan Abrahams, 2002).

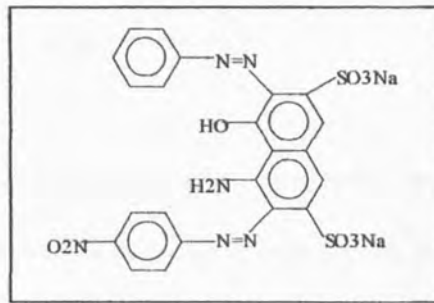
2.4.3 PEWARNA AZO

Pewarna azo merupakan sebatian yang mengandungi satu atau lebih kumpulan azo ($N=N$), dimana kumpulan tersebut disambungkan dengan atom-atom karbon sp^2 terhibrid. Jenis pewarna ini boleh dikenali sebagai pewarna mono-, di-, tri-, tetra- dan poli azo mengikut bilangan kumpulan azo. Kumpulan azo selalunya terikat bersama benzena atau gelang naftalena. (Zollinger, 1991).



2.4.4 PEWARNA REAKTIF AZO

Pewarna *Naphtol Blue Black* (NBB) merupakan pewarna reaktif diazao. Struktur molekul bagi pewarna reaktif NBB ditunjukkan dalam Rajah 2.3. Pewarna reaktif merupakan sebatian berwarna yang mengandungi satu atau dua kumpulan yang boleh membentuk ikatan di antara atom karbon atau fosforus bagi ion atau molekul pewarna dengan atom oksigen, nitrogen atau sulfur bagi kumpulan hidroksil, amino ataupun merkapo (Zollinger, 1991).



Rajah 2.4 Struktur molekul bagi pewarna reaktif NBB

2.5 APLIKASI-APLIKASI PEWARNA

2.5.1 Pewarna Asid (*acid dyes*)

Pewarna asid merupakan pewarna anion yang boleh larut dalam air. Ia sering digunakan dalam pencelupan kain nilon, kain daripada bulu biri-biri, kain sutera dan kain akrilik yang diubahsuai. Selain itu, kegunaannya juga menjulur ke kertas, kulit, makanan dan bahan kosmetik.

2.5.2 Pewarna Bes (*basic dyes*)

Pewarna bes merupakan pewarna kation yang boleh larut dalam air. Pada asalnya, ia digunakan ke atas kain sutera, kain bulu biri-biri dan kain kapas. Corak warnanya terang dan tidak dapat dilunturkan oleh cahaya dan air. Ini menjadi sifat penting bagi pewarna bes dan sering digunakan ke atas kain akrilik yang diubahsuai, kain nilon yang diubahsuai, kain poliester yang diubahsuai dan kertas yang tidak dapat dilunturkan.

2.5.3 Pewarna Langsung (*direct dyes*)

Pewarna langsung merupakan pewarna anion yang boleh larut dalam air. Ia digunakan dalam penghasilan semula kertas, kulit, nilon yang sedikit dan juga dalam pencelupan kain kapas.

2.5.4 Pewarna Suraian (*disperse dyes*)

Pewarna suraian merupakan pewarna bukan ionik dan tidak larut dalam air pada umumnya. Ia digunakan dalam poliester, nilon dan fiber akrilik.

2.5.5 Pewarna Reaktif (*reactive dyes*)

Pewarna reaktif merupakan pewarna yang membentuk ikatan kovalen dengan fiber, biasanya ialah kain kapas, kain bulu biri-biri atau dengan nilon. Berbanding dengan

RUJUKAN

- Arslan, I., Balcioglu, I.A. dan Bahnemann, D.W., 2000. Advanced chemical oxidation of reactive dye in simulate dyehouse effluents by ferrioxidant-Fenton / UV-A and TiO₂/UV-A process. *Dye and pigments* **47**, 207-218.
- Arslan, I. dan Akmeahmet, I. B., 1999. Degradation of commercial dyestuffs by heterogenous and homogenous advanced oxidation processes: a comparative study. *Dye and pigments* **43**, 95-108.
- Ayse, U., 1997. An overview of oxidation and photooxidative decolourisation of textile waste water. *J.S.D.C.* **113**, 211-217.
- Azmi Aris, Razman Salim dan Marsin Sanagi, 1998. Treatment of textile finishing wastewater using Fenton's reagen. *Journal of Civil Engineering* **11(2)**, 35-45.
- Braun, A. M., 1997. New potentials for photodechemical technology. *Spectrum Chemistry* **17**, 21-25.
- Feng, W. dan Nansheng D., 2000. Photochemistry of hydrolytic iron (III) species and photoinduced degradation of organic compounds. A miniview. *Chemosphere* **41**, 1137-1147.
- Moh, P. Y., 2002. *Photooxidative Degradation of Sumfix Supra Blue BRF in Titania-Assisted and Ozone-Assisted Systems*. Universiti Teknologi Malaysia, Skudai.
- Halmann, M. M., 1996. *Photodegradation of Water Pollutants*. CRC Press, Inc., Boca Raton.
- He, J., Ma, W. H., He, J. J., Zhao, J. C. dan Yu, J., 2002. Photooxidation of azo dye in aqueous dispersions of H₂O₂/α-FeOOH. *Applied Catalysis B: Enviromental* **39**, 211-220.



- Rao, K. V. S., Lavedrine, B. dan Boule, P., 2003. Influence of metallic species on TiO_2 for the photocatalytic degradation of dyes and dyes intermediates. *Journal of Photochemistry and photobiology A: chemistry* **154**, 189-193.
- Rivera, A. P., Tanaka, K. dan Hisanaga, T., 1993. Photocatalytic degradation of pollutant over TiO_2 in different crystal structures. *Applied Catalysis B: Environmental* **3**, 37-44.
- Rusmidah Ali, Wan Azlee Wan Abu Bakar, Zainab Ramli, Ganesh Subramaniam dan Keiichi Tanaka, 1999. Degradasi foto parakuat menggunakan TiO_2 saput tipis. *Jurnal Teknologi* **32** (C), 55-74.
- Sarria, V., Parra, S., Invernizzi, M., Peringer, P. dan Pulgarin, C., 2001. Photochemical-biological treatment of a real industrial biorecalcitrant wastewater containing 5-amino-6-methyl-2-benzimidazolone. *Water Science and Technology* **44**, 93-101.
- Sarria, V., Parra, S., Adler, N., Peringer, P., Benitez, N. dan Pulgarin, C., 2002. Recent developments in the coupling of photoassisted and aerobic biological processes for the treatment of biorecalcitrant compounds. *Catalysis Today* **76**, 301-315.
- Sheng, H. L. dan Chang, D. K., 2003. Combined physical, chemical and biological treatment of wastewater containing organics from a semiconductor plant. *Journal of Hazardous Material* **97**(B), 159-171.
- Shen, Y. S. dan Kub, Y., 2002. Decomposition of gas phase trichloroethene by UV/ TiO_2 process in the presence of ozone. *Chemosphere* **46**, 101-107.
- Spadaro, J. T., Isabella, L. dan Renganathan, V., 1994. Hydroxyl radical mediated degradation of azo dye: evidence for benzene generation. *Environmental Science and Technology* **28**, 1398-1393.



- Stylidi, M., Kondarides, D.I., Verykios, X.E., 2002. Mechanistic and kinetic study of solar-light induced photocatalytic degradation of Acid Orange 7 in aqueous TiO₂ suspensions. *International journal of photoenergy* **0**, 1-9.
- Stylidi, M., Kondarides, D.I., Verykios, X.E., 2003. Pathways of solar light-induced photocatalytic degradation of azo dye in aqueous TiO₂ suspensions. *Applied Catalysis B : Environmental* **40**, 271-286.
- Tanaka, K., Padermpole, K. dan Hisanaga, T., 2000. Photocatalytic degradation of commercial azo dye. *Water Resesrch* **34**(1), 327-333.
- Willey-VCH,, Weinheim dan Thomas Oppenlander, 2003. *Photochemical purification of water and air. AOP : principles, reaction mechanisme, reactor concepts.*
- Zhang, Fenglei, Zhao, Jincai, Shen, Tao, Hidaka, H., Pelizzetti, E. and Serpone, N., 1998. TiO₂-Assisted Photodegradation of Dye Pollutants: II. Adsobtion and Degradation Kinetic of Eosin in TiO₂ Dispersions Under Visible Light Irradiation. *Applied Catalysis B: Environmental* **15** (1-2), 147-156.
- Zollinger, H., 1991. *Color Chemistry : Syntheses, Properties And Application of Organic Dyes and Pigments.* Ed. Ke-2 dan cetak ulang. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim.

