

0070100001

JERAPAN PEWARNA ASID DAN BES OLEH BIOJISIM ALGA *Sargassum* sp.

AMRIE BIN ANWAR

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

PROGRAM KIMIA INDUSTRI  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

APRIL, 2007



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: JERAPAN PEWARNA ASID DAN BES OLEHBIOJISIM ALGA Sargassum sp.Ijazah: Sarjana Muda Sains Dengan KepujianSESI PENGAJIAN: 2004-2007Saya AMRIE BIN ANWAR

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

  
(TANDATANGAN PENULIS)  
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)Alamat Tetap: Ka. Kionsom Baru,  
P/s 285, 89257TAMPARULI, SABAH.

Nama Penyelia

Tarikh: 18/04/2007

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 diklasifikasikan 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).



**PENGAKUAN**

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



~~AMRIE BIN ANWAR~~

HS2004-2981

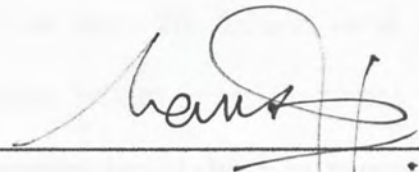
APRIL, 2007



**PENGESAHAN**

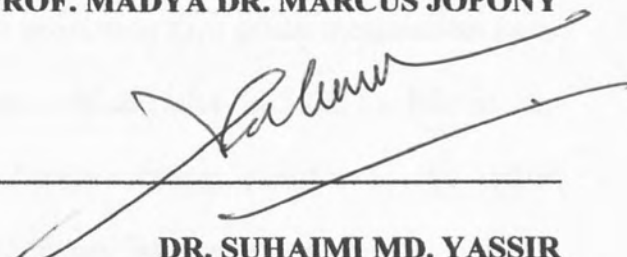
NAMA: AMRIE BIN ANWAR

TAJUK: JERAPAN PEWARNA ASID DAN BES OLEH BIOJISIM ALGA  
*Sargassum* sp.



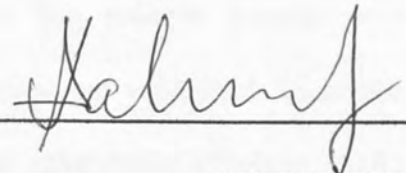
---

**PROF. MADYA DR. MARCUS JOPONY**



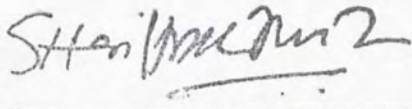
---

**DR. SUHAIMI MD. YASSIR**



---

**EN. JAHIMIN ASIK**



---

**PROF. MADYA DR. SHARIFF A.K. OMANG**

**APRIL, 2007**



## PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Illahi kerana dapat saya menyiapkan disertasi ini. Jutaan terima kasih diucapkan kepada penyelia saya, Prof. Madya Dr. Marcus Jopony kerana banyak membantu saya dalam menjalankan kajian saya ini. Terima kasih juga diucapkan buat pensyarah-pensyarah program kimia indsutri yang lain kerana sudi memberikan ilmu kepada saya sejak dari tahun pertama lagi. Tidak lupa juga terima kasih saya ucapkan buat Cik Newati kerana membantu saya dalam menjalankan kerja di makmal. Begitu juga dengan para pembantu makmal iaitu En. Sani, En. Samudi dan yang lain-lain, terima kasih diucapkan kerana sentiasa membantu saya dalam menyediakan alat-alat radas di makmal. Tidak lupa juga jutaan terima kasih buat ibu bapa saya yang banyak memberi dorongan dan galakan kepada saya dalam menjalankan kajian saya ini, rakan-rakan seperjuangan yang tidak kenal penat lelah dalam memberikan sebanyak mungkin bantuan yang dapat diberikan. Akhir sekali, terima kasih sekali lagi kepada semua pihak yang terlibat secara langsung ataupun tidak langsung semasa saya menjalankan kajian ini.



## ABSTRAK

Jerapan pewarna *Acid Blue 74* (AB74) dan *Methylene Blue* (MB) pada biojisim *Sargassum* sp. telah dikaji mengikut kaedah kelompok. Kajian ini melibatkan pengaruh masa dan kepekatan awal terhadap jerapan. Kepekatan akhir pewarna ditentukan dengan menggunakan kaedah spektrofotometer. Peratus jerapan AB74 dan MB didapati meningkat dengan peningkatan masa penggoncangan dalam. Kinetik tindakbalas jerapan AB74 dan MB ini adalah lebih mematuhi kinetik tertib pseudo kedua berbanding tertib pseudo pertama. Dari segi pengaruh kepekatan awal pewarna, peratus jerapan AB74 semakin menurun dengan peningkatan kepekatan manakala peratus jerapan MB pula semakin meningkat. Kedua-dua jerapan adalah lebih mematuhi isoterma Freundlich berbanding isoterma Langmuir. Perbandingan jerapan pada masa dan kepekatan awal yang sama menunjukkan peratus jerapan AB74 adalah lebih tinggi berbanding dengan MB.



*ADSORPTION OF ACID AND BASIC DYE ON ALGAL BIOMASS Sargassum sp.*

## ABSTRACT

*The adsorption of Acid Blue 74 (AB74) and Methylene Blue (MB) on algal biomass (Sargassum sp.) was investigated by batch method at different contact time and initial dye concentration. The final dye concentration in solution was determined spectrophotometrically. The results showed that percent adsorbed of AB74 and MB increased with increase in shaking time. The sorption data for both AB74 and MB fitted well with pseudo-second order. The percentage adsorption of AB74 increased with initial concentration while MB decreased. The adsorption equilibrium of both dyes can be well represented by Freundlich isotherm compared to Langmuir isotherm model. Sorption comparison at the same time and concentration showed that percentage adsorption of AB74 was higher than MB.*



## SENARAI KANDUNGAN

	Muka Surat
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL	xii
<b>BAB 1        PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1    Pendahuluan	1
1.2    Objektif	5
<b>BAB 2        ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	<b>6</b>
2.1    Pewarna	6
2.1.1    Klasifikasi Pewarna	7
2.1.2    Penggunaan Pewarna Dalam Industri	10
2.1.3    Impak Sekitaran Oleh Pewarna	12
2.2    Kaedah Penyingkiran Pewarna Daripada Air Kumbahan Industri	14
2.3    Teori Jerapan	15
2.3.1    Isoterma Jerapan	17
2.4    Alga	20
2.4.1    Jenis-jenis Dan Ciri-ciri Alga	22
2.5    Alga Sebagai Bahan Penjerap	26





<b>BAB 3</b>	<b>BAHAN DAN KAEDAH</b>	28
3.1	Sampel Kajian	28
3.1.1	Biojisim Alga	28
3.1.2	Bahan Pewarna	29
3.2	Penyediaan Larutan Pewarna	29
3.3	Analisis Jerapan Pewarna Pada Biojisim Alga	31
3.3.1	Pengaruh Masa Terhadap Terhadap Jerapan Pewarna Pada Biojisim Alga	31
3.3.2	Pengaruh Kepekatan Awal Terhadap Jerapan Pewarna Pada Biojisim Alga	32
3.4	Kajian Jerapan Pada Pewarna	33
3.5	Pengiraan	33
3.6	Penentuan Kepekatan Pewarna	34
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PERBINCANGAN</b>	35
4.1	Pengaruh Masa Terhadap Jerapan Pewarna Pada Biojisim Alga	35
4.2	Kinetik Jerapan	37
4.2.1	Tertib Pseudo Pertama	37
4.2.2	Tertib Pseudo Kedua	39
4.3	Pengaruh Kepekatan Awal Terhadap Jerapan Pewarna Pada Biojisim Alga	41
4.3.1	Isoterma Jerapan	42
4.3.2	Isoterma Freundlich	43
4.3.3	Isoterma Langmuir	45
4.4	Perbandingan Antara <i>Acid Blue 74</i> dan <i>Methylene Blue</i>	46
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN</b>	49
RUJUKAN		50
LAMPIRAN		56



## SENARAI JADUAL

Muka Surat

Jadual 1.1	Kaedah-kaedah rawatan air buangan industri	3
Jadual 2.1	Klasifikasi pewarna berdasarkan ciri-ciri dan jenis bahan kimia	8
Jadual 2.2	Penggunaan pewarna dalam mewarnakan pelbagai substrat	11
Jadual 2.3	Sumber pencemaran industri	13
Jadual 2.4	Ciri-ciri alga	21
Jadual 2.5	Alga sebagai bahan penjerap	27
Jadual 3.1	Ciri-ciri pewarna <i>Acid Blue 74</i> dan <i>Methylene Blue</i>	29
Jadual 3.2	Eksperimen Pengaruh Masa Terhadap Jerapan Pewarna Pada Biojisim Alga	32
Jadual 4.1	Pemalar keseimbangan tertib pseudo pertama	38
Jadual 4.2	Pemalar keseimbangan tertib pseudo kedua	40
Jadual 4.3	Isoterma Freundlich jerapan pewarna pada <i>Sargassum</i> sp.	45
Jadual 4.4	Isoterma Langmuir jerapan pewarna pada <i>Sargassum</i> sp.	46



## SENARAI RAJAH

		Muka Surat
Rajah 2.1	Struktur molekul <i>Acid Blue 74</i>	7
Rajah 2.2	Struktur molekul <i>Methylene Blue</i>	10
Rajah 3.1	Sampel biojisim alga <i>Sargassum</i> sp.	28
Rajah 4.1	Plot peratus jerapan <i>Acid Blue 74</i> melawan masa	35
Rajah 4.2	Plot peratus jerapan <i>Methylene Blue</i> melawan masa	36
Rajah 4.3	Model kinetik tertib pseudo pertama jerapan <i>Acid Blue 74</i>	37
Rajah 4.4	Model kinetik tertib pseudo pertama jerapan <i>Methylene Blue</i>	38
Rajah 4.5	Model kinetik tertib pseudo kedua jerapan <i>Acid Blue 74</i>	39
Rajah 4.6	Model kinetik tertib pseudo kedua jerapan <i>Methylene Blue</i>	39
Rajah 4.7	Peratus jerapan melawan kepekatan awal <i>Acid Blue 74</i>	41
Rajah 4.8	Peratus jerapan melawan kepekatan awal <i>Methylene Blue</i>	42
Rajah 4.9	Isoterma jerapan pewarna <i>Acid Blue 74</i>	42
Rajah 4.10	Isoterma jerapan pewarna <i>Methylene Blue</i>	43
Rajah 4.11	Isoterma Freundlich jerapan <i>Acid Blue 74</i>	44
Rajah 4.12	Isoterma Freundlich jerapan <i>Methylene Blue</i>	44
Rajah 4.13	Isoterma Langmuir jerapan <i>Acid Blue 74</i>	45
Rajah 4.14	Isoterma Langmuir jerapan <i>Methylene Blue</i>	46
Rajah 4.15	Plot graf peratus jerapan pewarna melawan masa	47



**SENARAI SIMBOL**

%	Peratus
°C	Darjah celsius
g	Gram
L	Liter
mg	Miligram
mgL <sup>-1</sup>	Miligram per liter
mgmL <sup>-1</sup>	Miligram per mililiter
µgg <sup>-1</sup>	Mikrogram per gram
µgmL <sup>-1</sup>	Mikrogram per mililiter



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pendahuluan

Pewarna adalah sebatian-sebatian aromatik sintetik yang terdiri daripada pelbagai kumpulan berfungsi (Noroozi *et al.*, 2006). Pewarna juga adalah sejenis sebatian organik yang mempunyai struktur molekul aromatik yang kompleks yang boleh membawa dan memberikan warna kepada benda-benda yang lain (Wang dan Li, 2005). Pewarna sintetik digunakan dengan meluas terutamanya dalam bidang pencelupan tekstil, makanan, minuman, kosmetik, perabot, cat, dakwat, kertas dan sebagai bahan penambah pada produk-produk petroleum (Senthilkumaar *et al.*, 2006).

Pada setiap tahun, lebih kurang  $7 \times 10^5$  ton dan kira-kira 10,000 jenis pewarna dan pigmen yang berbeza dihasilkan di seluruh dunia. Daripada jumlah itu, dianggarkan 10-15% daripada hasil tersebut hilang dalam pengaliran keluar bahan kumbahan semasa proses pewarnaan. Walaupun pewarna adalah penting dalam perkembangan industri, namun pencemaran boleh berlaku sekiranya rawatan terhadap pewarna dari air kumbahan industri tidak dilaksanakan (Garg *et al.*, 2003).



Pencemaran sumber air oleh bahan pewarna sememangnya amat tidak diinginkan sepertimana jika ditinjau dari segi estetik, ia amat tidak menyenangkan. Pewarna mencegah proses pengoksigenan semula daripada menerima cahaya dengan menghalang cahaya matahari daripada menembusnya. Disamping itu, kebanyakan pewarna yang digunakan sebagai bahan pewarna adalah toksik untuk organisma akuatik (Senthilkumaar *et al.*, 2006).

Air buangan yang dibuang terus daripada proses pewarnaan dalam industri tekstil juga adalah punca utama pencemaran air kerana warna dalam air buangan boleh mengalami perubahan kimia dan juga biologi. Penggunaan oksigen terlarut (DO) yang berlebihan bagi memenuhi permintaan BOD yang tinggi boleh menyebabkan kemusnahan kepada kehidupan akuatik (Ahmed dan Ram, 1992). Pewarna juga turut mendatangkan masalah sekiranya ia terurai secara anaerobik di dalam sedimen kerana ia akan menghasilkan amina toksik apabila didegradasi oleh bakteria adalah tidak lengkap (Robinson *et al.*, 2002).

Oleh itu, rawatan untuk menyingkirkan pewarna daripada air buangan amat diperlukan, khususnya air buangan daripada industri tekstil sebelum ia dilepaskan ke punca-punca utama air seperti sungai, laut dan tasik. Rawatan ini diperlukan bagi mengelakkan kesan negatif yang diakibatkan oleh air buangan pewarna terhadap kualiti air dan hidupan akuatik (Ahmed dan Ram, 1992).



Terdapat pelbagai kaedah penyingkiran warna secara kimia, fizikal dan juga biologi telah digunakan dalam rawatan pewarna air buangan industri (Jadual 1.1).

**Jadual 1.1** Kaedah-kaedah rawatan air buangan industri.

Kaedah fizikal	Kaedah kimia	Kaedah biologi	Kaedah termal
-Penurasan	-Peneutralan asid	-Rawatan aerobik	-Pembakaran
-Penyulingan	-Peneutralan bes	-Rawatan anaerobik	-Reaktor elektrik
-Pemeruapan	-Penukaran ion	-Dehalogenasi	-Pirolisis
-Pengekstrakan	-Pengekstrakan	-Biodegradasi	-pengoksidaan
-Pemendakan	-Pengoksidaan	-Pereputan	
-Osmosis berbalik	-Penurunan	-Kolam pengoksidaan	
-Sedimentasi	-Elektrolisis	-Pengudaraan	
-Jerapan	-Hidrolisis	-Penurasan titisan	
-Koagulasi	-Pengoksidaan	-Sistem enapcemar aktif	
-Flokulasi	udara basah	-Penghadaman anaerobik	

(Sumber: McEldowney *et al.*, 1993; Manahan, 1994; Wan Zakibah, 2003)

Kaedah-kaedah yang biasa digunakan bagi menyingkirkan pewarna adalah pengoksidaan biologi dan juga pemendakan kimia. Bagaimanapun, proses-proses ini hanya akan berkesan dan menguntungkan di dalam kes yang mana kepekatan bahan larut adalah agak tinggi. Pada masa ini, proses jerapan telah dibuktikan sebagai satu kaedah yang berkesan untuk rawatan pencemaran pewarna (Vasanth *et al.*, 2005).

Jerapan bagi pewarna adalah bergantung kepada ciri-ciri dan struktur pewarna serta keadaan kimia bahan penjerap. Untuk sebarang proses jerapan, parameter yang

dianggap utama adalah seperti pH, suhu, saiz zarah dan masa. Oleh itu, ia adalah perlu untuk menyiasat perhubungan antara kecekapan jerapan dan juga parameter yang boleh mempengaruhinya (Noroozi *et al.*, 2006).

Kajian jerapan untuk penyingkiran pewarna telah dilakukan dengan menggunakan bahan penjerap seperti bulu ayam (Mittal, 2006), Rotan 'Sawdust' karbon teraktif (Hameed *et al.*, 2006), sekam serbuk soya (Arami *et al.*, 2006), dan tanah liat bentonit (Baskaralingam *et al.*, 2006). Pelbagai jenis spesis alga juga telah dibuktikan sebagai suatu bahan penjerap yang berkesan dalam perawatan sisa air buangan. Tetapi kebanyakan kajian yang telah dilakukan hanya memfokus kepada penyingkiran logam kation daripada air buangan manakala tinjauan perpustakaan mendapati bahawa sedikit kajian telah dilakukan mengenai proses penyingkiran pewarna dengan menggunakan alga sebagai bahan penjerap (Vasant *et al.*, 2005). Contoh alga yang telah dikaji sebagai bahan penjerap pewarna ialah *Pithophora* sp. (Vasant *et al.*, 2005).

Sumber alga terdapat dengan banyak di Malaysia termasuklah di negeri Sabah. Antara spesis utama alga yang ditemui ialah *Sargassum* sp..





## 1.2 Objektif

Objektif kajian ini adalah:

- a) untuk menentukan pengaruh masa dan kepekatan awal terhadap jerapan pewarna asid (*Acid Blue 74*) pada biojisim alga (*Sargassum* sp.).
- b) untuk menentukan pengaruh masa dan kepekatan awal terhadap jerapan pewarna bes (*Methylene Blue*) pada biojisim alga (*Sargassum* sp.).
- c) untuk membandingkan keupayaan biojisim alga (*Sargassum* sp.) untuk menjerap pewarna asid (*Acid Blue 74*) dan bes (*Methylene Blue*).



## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Pewarna

Pewarna adalah sebatian organik berwarna yang digunakan untuk mewarnakan pelbagai substrat, termasuklah kertas, kulit, bulu, rambut, ubat-ubatan, kosmetik, penyalutan lilin, gris, plastik, produk-produk petroleum, makanan dan bahan-bahan tekstil. Sejarah pewarna bermula seawal zaman prasejarah. Dari zaman prasejarah sehingga pertengahan abad ke-19, pewarna semulajadi seperti indigo, lembayung Tirus, alizarin, dan longwood, telah digunakan dengan secara eksklusif sehingga penemuan Muave oleh W. H. Perkin pada tahun 1856 (Mohammad Farhat Ali, 2005).

Sebatian organik berwarna ini biasanya larut dalam air dan berkeupayaan untuk diserap ke dalam substrat. Molekul-molekul pewarna adalah terikat secara kimia kepada permukaan dan menjadi sebahagian daripada bahan di mana ia digunakan (Steiner dan Miskie, 1992).

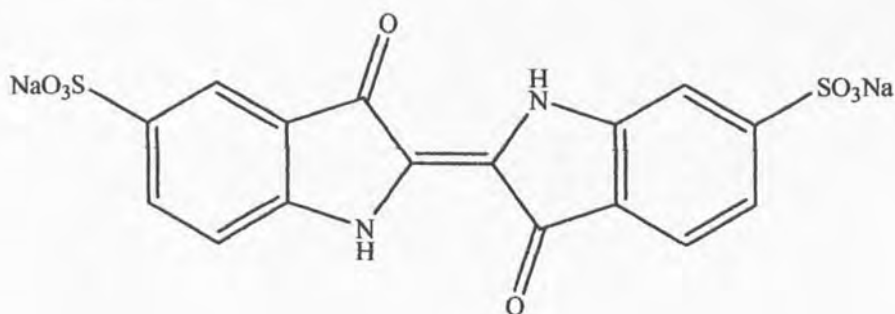


### 2.1.1 Klasifikasi Pewarna

Menurut Mohammad Farhat Ali (2005), pewarna boleh dikelaskan mengikut struktur kimia atau kaedah yang digunakan untuk mewarnakan substrat. Pengeluar atau pengusaha pewarna dan ahli-ahli kimia memilih pengelasan pewarna mengikut struktur kimianya. Walau bagaimanapun, pengguna pewarna memilih klasifikasi pewarna mengikut pada kaedah ia diaplikasikan pada substrat. Klasifikasi pewarna mengikut penggunaannya telah disusun mengikut aplikasi indeks pewarna dan jenis bahan kimia bagi setiap kelas pewarna (Jadual 2.1).

#### a. Pewarna asid

Pewarna asid mengandungi satu atau lebih pengganti sulfonik atau kumpulan asidik lain. Kehadiran kumpulan asidik dalam molekul pewarna menjadikan pewarna asid bersifat anionik dan larut dalam air (Gerhartz, 1987). Salah satu contoh pewarna asid ialah *Acid Blue 74* (Rajah 2.1).



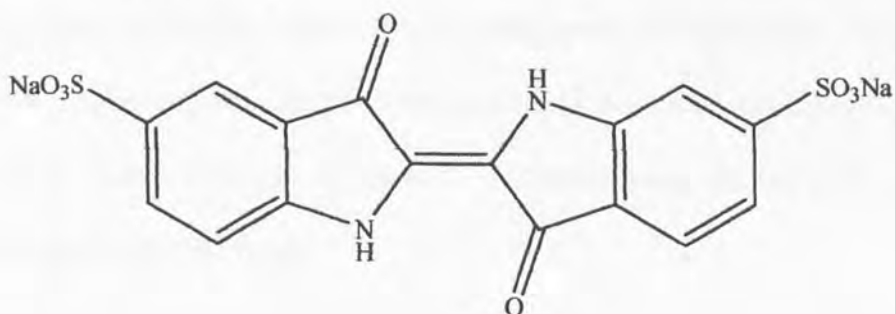
**Rajah 2.1** Struktur molekul *Acid Blue 74*.

### 2.1.1 Klasifikasi Pewarna

Menurut Mohammad Farhat Ali (2005), pewarna boleh dikelaskan mengikut struktur kimia atau kaedah yang digunakan untuk mewarnakan substrat. Pengeluar atau pengusaha pewarna dan ahli-ahli kimia memilih pengelasan pewarna mengikut struktur kimianya. Walau bagaimanapun, pengguna pewarna memilih klasifikasi pewarna mengikut pada kaedah ia diaplikasikan pada substrat. Klasifikasi pewarna mengikut penggunaannya telah disusun mengikut aplikasi indeks pewarna dan jenis bahan kimia bagi setiap kelas pewarna (Jadual 2.1).

#### a. Pewarna asid

Pewarna asid mengandungi satu atau lebih pengganti sulfonik atau kumpulan asidik lain. Kehadiran kumpulan asidik dalam molekul pewarna menjadikan pewarna asid bersifat anionik dan larut dalam air (Gerhartz, 1987). Salah satu contoh pewarna asid ialah *Acid Blue 74* (Rajah 2.1).



Rajah 2.1 Struktur molekul *Acid Blue 74*.

Selain itu, pewarna asid boleh dikategorikan kepada empat kumpulan berasingan berdasarkan sifat unik serta ciri pewarna, iaitu pewarna pengarasan, pewarna pengisaran, pewarna super-pengisaran dan pewarna kompleks logam (Steiner dan Miskie, 1992).

Pewarna asid biasanya digunakan untuk mewarnakan bulu dan nilon. Cas negatif pada bahagian anionik pewarna dalam larutan akan bertindak dengan tapak cas positif pada bahagian kationik gentian. Pembentukan ikatan ionik berlaku di mana kumpulan amino pada fiber akan membentuk pasangan ion dengan kumpulan asid sulfonik pada pewarna ( $\text{gentian} - \text{NH}^{3+} : \text{SO}_3 - \text{pencelup}$ ). Antara pewarna yang termasuk dalam kumpulan pewarna asid ialah azo, antarakuinon dan ftalosianin (Gerhartz, 1987).

#### **b. Pewarna Bes**

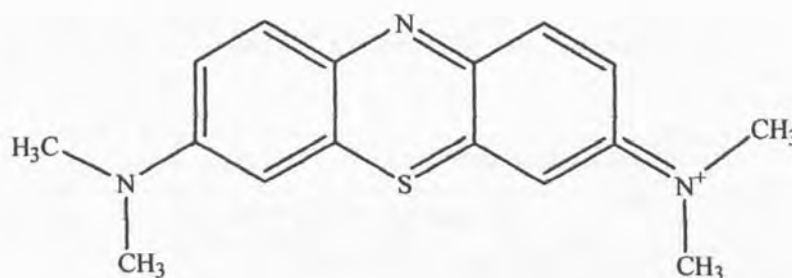
Pewarna bes ialah sebatian kation yang terlarut disebabkan oleh atom nitrogen kuarternar yang digunakan dalam proses pewarnaan poliakrilonitril. Pewarna ini membentuk rangkaian garam dengan kumpulan asid karboksilik dan sulfonik yang ada pada serabut akibat daripada kemasukan monomer yang sesuai pada peringkat pempolimerannya (Stead, 1993).

Biasanya pewarna bes digunakan untuk mewarna polister yang aktif terhadap akrilik dan kationik. Bahagian cas positif pada molekul pewarna dalam larutan akan



bertindak dengan cas anionik, tapak cas negatif pada gentian sama ada polimer sintetik atau polimer semulajadi. Ikatan ionik yang berlaku menunjukkan bahawa tapak anionik gentian membentuk pasangan ion dengan kumpulan amina kuarterner yang hadir pada molekul pewarna (Gerhartz, 1987).

Pada awalnya, pewarna bes digunakan untuk mewarna sutera dan bulu tetapi tahap keberkesanannya adalah rendah. Oleh itu, pewarna bes akhirnya digunakan untuk mewarnakan polister aktif terhadap akrilik dan kationik (Steiner dan Miskie, 1992). Salah satu contoh pewarna bes yang biasa digunakan dalam industri iaitu *Methylene Blue* (Rajah 2.2).



**Rajah 2.2** Struktur molekul *Methylene Blue*.

### 2.1.2 Penggunaan Pewarna Dalam Industri

Pewarna digunakan dengan meluas dalam pelbagai industri termasuklah perubatan, elektronik, tekstil, reprografik, plastik dan sebagainya. Pewarna boleh digunakan untuk

mewarnakan pelbagai substrat sepertimana yang dijalankan oleh pelbagai industri yang berasaskan pewarna (Jadual 2.2).

**Jadual 2.2** Penggunaan pewarna dalam mewarnakan pelbagai substrat.

Pewarna	Substrat utama
Asid	Nilon, kain bulu, sutera, kertas, dakwat dan kulit
Azoik	Kapas, selulosa asetat, rayon, dan poliester
Bes	Kertas, polikrilonitril – modifikasi nilon, poliester dan dakwat
Terus	Kapas, rayon, kertas, kulit dan nilon
Disperse/serak	Poliester, poliamida, asetat, akrilik dan plastik
Bahan pencerah fluoresen	Sabun, detergen, gentian, minyak, cat, dan plastik
Makanan, ubat-ubatan, dan kosmetik	Makanan, ubat-ubatan dan kosmetik
Mordant	Kain bulu, kulit dan aluminium beranod
Bes pengoksidaan	Rambut, bulu dan kapas
Reaktif	Kapas, kain bulu, sutera dan nilon
Pelarut	Plastik, gasolin, varnis, lakuer, cat kesan
Sulfur	Kapas dan rayon
Vat	Kapas, rayon dan kain bulu

(Sumber: Grant, 1993; Mcketta, 1982; Mohammad Farhat Ali, 2005).



### 2.1.3 Impak Sekitaran Oleh Pewarna

Umumnya air kumbahan dari industri contohnya pada industri pulpa dan kertas mengandungi kuantiti warna yang banyak yang mana kandungan BOD dalam air kumbahan 60–165 kgton<sup>-1</sup> (Arceivala, 1981). Oleh itu, dapat diperhatikan di sini bahawa industri juga merupakan salah satu faktor yang menyumbang terhadap sumber pencemaran (Jadual 2.3).

Air kumbahan dari industri-industri yang mengusahakan pewarna mempunyai warna yang berkepekatan tinggi, jumlah bahan terampai yang banyak, permintaan oksigen biologi (BOD) dan permintaan oksigen kimia (COD) yang tinggi. Disebabkan ciri-ciri ini, rawatan air kumbahan dari kilang yang menggunakan pewarna adalah lebih sukar (Lin dan Peng, 1994).

Air kumbahan dari industri tekstil mengandungi pelbagai warna kerana pewarna yang digunakan dalam proses pewarnaan adalah tidak tetap dan berdasarkan kepada permintaan pelanggan. Kepelbagaian warna ini menyebabkan pH serta kandungan COD dalam air kumbahan juga tidak tetap (Lin dan Peng, 1994). Pewarna sintesis tidak mudah didegradasikan semasa proses rawatan biologi kerana ia mempunyai sifat penentang terhadap serangan mikroorganisma (Wang dan Yu, 1998).





## RUJUKAN

- Ahmad, I., dan Ahmad, B. M., 1995. *Ekologi air tawar*. Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Ahmad Ismail, 1995. *Rumpai Laut Malaysia*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Ahmed, M. N., dan Ram, R. N., 1992. Removal of basic dye from wastewater using silica as adsorbent. *Environmental Pollution* **77**, 79–86.
- Aksu, Z., dan Dönmez, G., 2006. Binary biosorption of cadmium(II) and nickel(II) onto dried *Chorella vulgaris*: Co-ion effect on mono-component isotherm parameters. *Process Biochemistry* **41**, 860-868.
- Arami, M., Yousefi, N. L., Mahmoodi, N. M., Tabrizi, N. S., 2006. Equilibrium and kinetics studies for the adsorption of direct and acid dyes from aqueous solution by soy meal hull. *Journal of Hazardous Materials* **B135**, 171-179.
- Arceivala, S. J., 1981. *Wastewater Treatment and Disposal*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Ball, D. W., 2003. *Physical Chemistry*. Thomson Brooks/Cole, United States of America.
- Baskaralingam, P., Pulikesi, M., Elango, D., Ramamurthi, V., Sivanesan, S., 2006. Adsorption of acid dye onto organobentonite. *Journal of Hazardous Materials*, **B128**, 138–144.
- Benefield, L. D., Junkins, J. F., dan Weand, B. L., 1982. *Process chemistry for water & wastewater treatment*. Prentice-Hall, United States of America.



- Bhole, B. D., Ganguly, B., Madhuram, A., Deshpande, D., dan Joshi, J., 2004. Biosorption of methyl violet, basic fuchsin and their mixture using dead fungal biomass. *Current Science*, Vol. 86, 1641–1645.
- Cairncross, S., dan Freachem, R. G., 1993. *Environmental health engineering in the tropics*. John Wiley & Sons, England.
- Chapman, V. J., dan Chapman, D. J., 1990. *Alga*. Rosiyah Abd. Latif (penterjemah). Dewan Bahasa Dan Pustaka, Malaysia.
- Chen, J. P., dan Yang, L., 2005. Chemical Modification of *Sargassum sp.* For Prevention of Organic Leaching and Hencement of Uptake during Metal Biosorption. *Industrial Engineering Chemical Resources* 44, 9931-9942.
- Faust, S. D., dan Aly, O. M., 1993. *Chemistry of Water Treatment*. Butterworth Publishers, United States of America.
- Fenga, D., dan Aldrich, C., 2004. Adsorption of heavy metals by biomaterials derived from the marine alga. *Ecklonia maxima*. *Hydrometallurgy* 73, 1-10.
- Flávia, P. P., Francisca, P. D. F., dan Antonio, C. A. D. C., 2005. The use of waste biomass of *Sargassum sp.* For the biosorption of copper from simulated semiconductor effluents. *Bioresource Technology* 96, 1511-1517.
- Frank, N. K., 1988. *The Nalco Water Handbook Ed. 2*. McGraw Hill International, United States of America.
- Grant, M. H., 1993. *Encyclopedia of Chemical Technology, Vol:8*. Ed. Ke-4. John Wiley & Sons, New York.



- Garg, V. K., Gupta, R., Yadav, A. B., Kumar, R., 2003. Dye removal from aqueous solution by adsorption on treated sawdust. *Bioresource Technology* **89**, 121 – 124.
- Gerhartz, W., 1987. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Vol: A9. Verlagsgesellschaft Publisher, New York.
- Hameed B. H., Ahmad A. L., Latiff K. N. A., 2006. Adsorption of basic dye (methylene blue) onto activated carbon prepared from rattan sawdust. *Dyes and Pigments* **139**, 167-174.
- Hasnah, M. S., Farediah, A., Zakaria, B., dan Muhammad, S. I., 2000. *Kimia Organik Kumpulan Berfungsi*. Universiti Teknologi Malaysia, Johor.
- Ilhan, U., 2006. Kinetics of the adsorption of reactive dyes by chitosan. *Dyes and Pigments* **70**, 76–83.
- Kaewsarn, P., dan Yu, Q., 2001. Cadmium(II) removal from aqueous solutions by pre-treated biomass of marine alga *Padina sp.* *Environmental Pollution* **112**, 209–213.
- Kannan, N., Sundaram, M. M., 2001. Kinetics and mechanism of removal of methylene blue by adsorption on various carbons – a comparative study. *Dye and Pigments* **51**, 25–40.
- Khanidtha M. dan Prasert P., 2006. Removal of basic dye (Astrazon Blue FGRL) using macroalga *Caulerpa lentillifera*. *Journal of Environmental Management* **78**, 268–274
- Laidler, K. J., Meiser, J. H., 1995. *Kimia Fizik II*. Satapah Ahmad dan Mohd. Jain Noordin (penterjemah). Dewan Bahasa dan Pustaka, Malaysia.



- Lin, S. H., dan Peng, C. F., 1994. Treatment of textile wastewater effluents by electrochemical method. *Water Research* **28**, 277–282.
- Lopez, A., Ricco, G., Mascolo, G., Tiravanti, G., Dipinto A. C., dan Passino, R., 1998. Biodegradability enhancement of refractory pollutants by ozonation: a laboratory investigation on an azo-dyes intermediates. *Water Science & Technology* **38** (4–5), 239–245.
- Manahan, S. E., 1994. *Environmental Chemistry*. Ed. Ke-6. Lewis Publisher, New York.
- McEldowney, S., Hardman, D. J., dan Waite, S., 1993. *Pollution: Ecology and biotreatment*. Cetak ulang. Longman Group, United Kingdom.
- McKetta, J. J., 1982. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. Vol: A9. Marcel Dekker Inc., New York.
- Mittal, A., 2006. Adsorption kinetics of removal of a toxic dye, Malachite Green, from wastewater by using hen feathers. *Journal of Hazardous Materials* **B133**, 196–202.
- Mohammad Farhat Ali, 2005. Chapter 8: Dyes: Chemistry and Applications. Dlm: Mohammad Farhat Ali, Ali, B. M. E., Speight, J. G.. *Handbook of Industrial Chemistry; Organic Chemicals.*, McGraw-Hill, New York, 259-288.
- Noroozi, B., Sorial, G. A., Bahrami, H., Arami, M., 2007. Equilibrium and kinetic adsorption study of a cationic dye by a natural adsorbent – Silkworm pupa. *Journal of Hazardous Materials* **B139**, 167-174.
- Paul, J. C., dan Lei, Y., 2005. Chemical modification of *Sargassum* sp. for prevention of organic leaching and enhancement of uptake during metal biosorption. *Industrial Engineering Resources* **44**, 9931-9942.



- Al-Qunaibit, M., Khalil, M., dan Al-Wassil, A., 2005. The effect of solvents on metal ion adsorption by the alga *Chlorella vulgaris*. *Chemosphere* **60**, 412-418.
- Rajan, S. S., 2001. *Introduction to Algae*. Anmol Publication Pvt. Ltd., India.
- Rathi, A. K. A., Puranik, S. A., 1999. Treatment of wastewater pollutants from direct dyes. *Dyes and Pigments* 42-50.
- Roberto H. P. L., Carlos R. C., Teresa V., Manuel E. S. V., 2005. Removal of inorganic mercury from aqueous solutions by biomass of the marine macroalga *Cystoseira baccata*. *Water Research* **39**, 3199-3210.
- Robinson, T., Chandran, B., dan Nigam, P., 2002. Removal of dyes from an artificial textiles dye effluent by two agricultural waste residues, corn cob and barley husk. *Environmental International*, **28**, 29-33.
- Sanghi, R., Battacharya, B., 2002. Review on decolourisation of aqueous dye solutions by low cost adsorbents. *Color Technology* **118**, 256-269.
- Senthilkumar, S., Kalaamani, P., Porkodi, K., Varadarajan, P. R., Subburaam, C. V., 2006. Adsorption of dissolved Reactive Red dye from aqueous phase onto activated carbon prepared from agricultural waste. *Bioresource Technology* **97**, 1618-1625.
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. R., 2004. *Fundamental of Analytical Chemistry*. Ed. Ke-8. Thomson Brooks/Cole, United States of America, 317.
- Stead, C. V., 1993. Kimia Bahan Pewarna Dlm: Tedder, J. M., Nechvatal, A., Jubb, A. H. (pnyt). *Kimia organik asas, Bahagian 5: Hasil Industri*. Dewan Bahasa dan Pustaka (ptrj.), Kuala Lumpur, 336-375.



- Steiner, R. I., dan Miskie, J. D., 1992. Dye Application, Manufacture of Dyes Intermediates and Dyes. Dlm. Kent, K. A. (pynt). *Riegel's Handbook of Industrial Chemistry*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Sze, P., 1993. *A Biology of The Alga*. Ed. Ke-2. Wm. C. Brown Publishers, United States of America.
- Tebbutt, T. H. Y., 1992. *Principles of Water Quality Control*. Ed. Ke-4. Butterworth Heinman, Oxford.
- Vasanth, K. K., Sivanesan, S., Ramamurthi, V., 2005. Adsorption of malachite green onto *Pithaphora* sp., a fresh water algae: Equilibrium and kinetic modelling. *Process Biochemistry* **40**, 2865 – 2872.
- Wan Zakibah, W. Z., 2003. *Jerapan Pewarna Asid Pada Arang kayu*. Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).
- Wang, Y., dan Yu, J., 1998. Adsorption and degradation of synthetic dyes on the mycelium of *trametes versicolor*. *Water Science & Technology* **38** (4 – 5): 233 – 238.
- Wang, S., dan Huiting Li, 2005. Kinetic modelling and mechanism of dye adsorption on unburned carbon. *Dyes and Pigments* **72**, 308 – 314.
- Williams, C. J., Adehold, D. dan Edyvean, R. G. J., 1998. Comparison between biosorbent for the removal of metal ions from aqueous solution. *Water Resource* **32** (1), 216 – 224.

