

**KEPEKATAN KLOROFIL *a*, FOSFOROUS AND NITRAT DALAM AIR  
PANTAI DI TELUK MENKABONG**

**LOW KHAI THEAN**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

**PROGRAM SAINS SEKITARAN  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**Mac 2006**



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

# PENGAKUAN

lan dan ringkasan yang

PUMS99:1

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: ~~KEPEKATAN~~ KEPEKATAN KLOROFIL a, FOSFAT DAN NITRAT DALAM AIR PANTAI DI TELUK MENKABONG

TAJARAN: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN (SAINS SEKITARAN)

NAMA PENYELIA: LOW KHAI THEAN (HURUF BESAR) SESI PENGAJIAN: 2003

*LKH*

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

LOW KHAI THEAN

HS 2003-3174

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 institutsi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan ( / )

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

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

SULIT

TERHAD

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh

*LKH*

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 196, Jalan Arumugam  
Pillai, 14000 Bukit  
Mertajam

CIK. FARRAH ANIS FAZLIATUL ADNAN  
Nama Penyelia

Tarikh: 24/4/2006

Tarikh: \_\_\_\_\_

PERCATAN: \*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 disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).

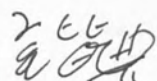


**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGAKUAN

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

25 APRIL 2006



---

LOW KHAI THEAN

HS 2003-3174

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PERAKUAN PEMERIKSA  
DIPERAKUKAN OLEH**

Tandatangan

1. **PENYELIA**

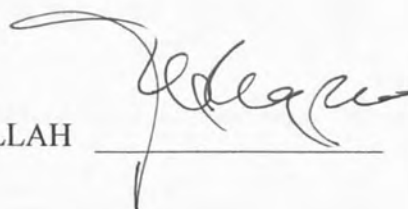
CIK. FARRAH ANIS FAZLIATUL ADNAN



---

2. **PEMERIKSA 1**

PROF. MADYA DR. MOHD. HARUN ABDULLAH



---

3. **PEMERIKSA 2**

DR. VUN LEONG WAN

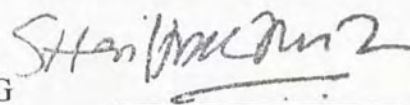
PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



---

4. **DEKAN**

PROF. MADYA DR. SHARIFF A.K. OMANG



---



## PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan setinggi penghargaan dan mengucapkan berbilang-banyak terima kasih atas segala kerjasama serta budi baik pelbagai pihak yang terlibat atau yang telah menyumbangkan bantuan sama ada secara langsung atau tidak langsung dari awal sehingga ke akhir penulisan dan seterusnya menyumbang kepada penyiapan projek tahun akhir ini. Antara pihak-pihak yang amat dihargai adalah seperti berikut:

1. Cik Farrah Anis selaku penyelia saya yang telah memberi dorongan, bimbingan dan komen yang membina sepanjang saya menjalankan projek ini. Segala tunjuk ajar yang telah diberikan telah banyak membantu saya ketika saya menghadapi kesulitan.
2. Dr. Piakong Mohd Tuah yang selalu memberi bantuan kepada saya dan membantu saya pergi persampelan.
3. Rakan-rakan seperjuangan saya yang telah memberikan bantuan dalam memberikan tunjuk ajar dan sokongan yang padu.
4. Tidak ketinggalan, keluarga saya iaitu bapa dan kedua-dua abang saya yang telah memberikan sokongan moral, material, doa dan pengorbanan yang amat penting bagi saya.

Sekian terima kasih.

LOW KHAI THEAN

MAC 2006



## ABSTRAK

Kajian kepekatan nutrien ( $\text{PO}_4$  dan  $\text{NO}_3$ ) dan bioisim alga (klorofil *a*) telah dijalankan di Teluk Mengkabong. Teluk Mengkabong adalah sebuah kawasan yang digunakan untuk kegiatan pengkulturan ikan di Sabah dan kegiatan ini berupaya mencemarkan alam sekitar. Tiga stesen telah dipilih sebagai tempat kajian dan setiap stesen ada tiga sub stesen. Parameter in-situ yang dianalisis ialah pH, oksigen terlarut (DO), Jumlah Pepejal Terlarut (TDS), suhu, saliniti, konduktiviti, dan ORP (*oxidation-reduction potential*). Nilai parameter yang dikaji di Teluk Mengkabong masing-masing adalah DO  $14.91 \pm 3.75 \text{ mgL}^{-1}$ , saliniti  $27.76 \pm 2.48 \text{ ppt}$ , konduktiviti  $43.37 \pm 3.48 \text{ mS/cm}$ , pH  $7.64 \pm 0.08$ , suhu  $31.06 \pm 0.44 \text{ }^\circ\text{C}$ , TDS  $247.16 \pm 62.23 \text{ gL}^{-1}$  dan ORP  $132.87 \pm 25.52 \text{ mV}$ . Analisis ANOVA dan korelasi telah digunakan untuk mencari hubungan min kepekatan di antara setiap stesen mengikut parameter masing-masing. Min kepekatan keseluruhan bagi  $\text{PO}_4$  ialah  $0.1862 \pm 0.0919 \text{ mgL}^{-1}$ ,  $\text{NO}_3$  ialah  $0.7185 \pm 0.0994 \text{ mgL}^{-1}$  dan bioisim alga  $6.32 \pm 3.13 \text{ mgm}^{-3}$ . Data yang diperolehi menunjukkan bahawa perairan Teluk Mengkabong mengalami sedikit pencemaran nutrien terutamanya  $\text{NO}_3$  dan ini boleh mendorong kepada peningkatan dalam jumlah bioisim alga di situ. Sisa air daripada kegiatan akuakultur dan domestik yang masuk ke teluk ini perlu dirawat terlebih dahulu bagi mengelakkan berlakunya masalah eutrofikasi di kawasan Teluk Mengkabong.



**Concentration of chlorophyll *a*, phosphate and nitrate  
at coastal waters of Mengkabong lagoon**

**ABSTRACT**

The study of the nutrient concentration ( $\text{PO}_4$  and  $\text{NO}_3$ ) and algae mass (chlorophyll *a*) was conducted in Mengkabong lagoon. Mengkabong lagoon is highly used for aquaculture activities and have potential to pollute the environment. Three stations were chosen for this study which comprises of three sub stations each. The *in-situ* parameters measured were dissolved oxygen (DO), salinity, conductivity, pH, temperature, TDS and oxidation-reduction potential (ORP). The value for each parameters are DO  $14.91 \pm 3.75 \text{ mgL}^{-1}$ , salinity  $27.76 \pm 2.48 \text{ ppt}$ , conductivity  $43.37 \pm 3.48 \text{ mS/cm}$ , pH  $7.64 \pm 0.08$ , temperature  $31.06 \pm 0.44 \text{ }^\circ\text{C}$ , TDS  $247.16 \pm 62.23 \text{ gL}^{-1}$  and ORP  $132.87 \pm 25.52 \text{ mV}$ . The overall concentration min for  $\text{PO}_4$  is  $0.19 \pm 0.10 \text{ mgL}^{-1}$ ,  $\text{NO}_3$  is  $0.72 \pm 0.10 \text{ mgL}^{-1}$  and algae mass (chlorophyll *a*) is  $6.32 \pm 3.13 \text{ mg m}^{-3}$ . Based on the data obtained, Mengkabong lagoon is slightly polluted with nutrients especially  $\text{NO}_3$  and this can cause increment of algae mass in its waters. Wastewater from aquaculture and domestic activities must be treated properly before disposed to the lagoon to avoid water problems such as eutrophication.



# KANDUNGAN

## Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PERAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
<b>BAB 1        PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 PENGENALAN	1
1.2 KEPENTINGAN KAJIAN	3
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	4
<b>BAB 2        ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	<b>5</b>
2.1 NUTRIEN	5
2.2 EUTROFIKASI	6
2.2.1        Proses Eutrofikasi	7
2.2.2        Kesan Eutrofikasi	8
2.3 FITOPLANKTON	13
2.4 KLOOROFIL <i>a</i>	15
2.5 NITRAT	16
2.6 FOSFORUS	18
<b>BAB 3        KAJIAN</b>	<b>21</b>
3.1 TEMPAT KAJIAN	21
3.1.1        Pendahuluan	21
3.1.2        Teluk Mengkabong	22
3.1.3        Stesen-stesen Kajian	25
3.2 KUALITI AIR	26





3.2.1	Parameter <i>in-situ</i>	27
3.2.2	Parameter <i>ex-situ</i>	27
3.3	PENSAMPELAN	28
3.4	MENENTUKAN LOKASI STESEN	28
3.5	ANALISIS PARAMETER <i>EX-SITU</i>	28
3.5.1	Nitrat	28
3.5.2	Fosfat	30
3.5.3	klorofil <i>a</i>	31
3.6	ANALISIS DATA	34
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN</b>	35
4.1	PARAMETER <i>IN-SITU</i>	35
4.1.1	Oksigen Terlarut (DO)	35
4.1.2	Saliniti	36
4.1.3	Konduktiviti	37
4.1.4	pH	39
4.1.5	Suhu	40
4.1.6	Jumlah Pepejal Terlarut (TDS)	41
4.1.7	ORP	42
4.2	PARAMETER <i>EX-SITU</i>	44
4.2.1	Nitrat	44
4.2.2	Fosfat	45
4.2.3	Biojisim Alga (klorofil <i>a</i> )	46
4.3	ANALISIS DATA	48
4.3.1	Ujian Kekerapan dan Diskriptif	48
4.3.2	Ujian korelasi ( <i>Bivariate</i> )	48
4.3.3	Ujian ANOVA satu hala ( <i>post-hoc comparisons</i> )	50
4.3.4	Excel	54
<b>BAB 5</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	56
5.1	PARAMETER <i>IN-SITU</i>	56
5.1.1	Oksigen Terlarut (DO)	56
5.1.2	Saliniti	57
5.1.3	Konduktiviti	58
5.1.4	pH	58



5.1.5	Suhu	59
5.1.6	Jumlah Pepejal Terlarut (TDS)	59
5.1.7	ORP	60
5.2	PARAMETER <i>EX-SITU</i>	61
5.2.1	Nitrat	61
5.2.2	Fosfat	62
5.2.3	Biojisim Alga (klorofil <i>a</i> )	63
5.3	HUBUNGAN	63
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN</b>	68
	<b>RUJUKAN</b>	70
	<b>LAMPIRAN</b>	76
	LAMPIRAN A	76
	LAMPIRAN B	78
	LAMPIRAN C	80
	LAMPIRAN D	81
	LAMPIRAN E	84
	LAMPIRAN F	86



## SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1 Nilai piawaian NO <sub>3</sub> dalam air.	17
2.2 Nilai Piawaian P dalam air.	20
3.1 Stesen-stesen pensampelan	26
4.1 Min kepekatan oksigen terlarut (DO) di setiap stesen kajian.	36
4.2 Min saliniti di setiap stesen kajian.	37
4.3 Min konduktiviti di setiap stesen kajian.	38
4.4 Min pH di setiap stesen kajian.	40
4.5 Min suhu di setiap stesen kajian.	41
4.6 Min kepekatan Jumlah pepejal terlarut (TDS) di setiap stesen kajian.	42
4.7 Min kepekatan ORP di setiap stesen kajian.	43
4.8 Min kepekatan nitrat (NO <sub>3</sub> ) di setiap stesen kajian.	45
4.9 Min kepekatan fosfat (PO <sub>4</sub> ) di setiap stesen kajian.	46
4.10 Min biojisim alga di setiap stesen kajian.	47
4.11 Ujian korelasi ( <i>Bivariate</i> ).	49
4.12 <i>Test of Homogeneity of Variances</i> (NO <sub>3</sub> ).	51
4.13 ANOVA (NO <sub>3</sub> ).	51
4.14 <i>Test of Homogeneity of Variances</i> (PO <sub>4</sub> ).	52
4.15 ANOVA (PO <sub>4</sub> ).	52
4.16 <i>Test of Homogeneity of Variances</i> (biojisim alga).	53
4.17 ANOVA (biojisim alga).	53
5.1 <i>Interim National Water Quality Standards for Malaysia</i> .	60
5.2 Status trofik melawan paras nitrat-nitrogen.	62
5.3 Status trofik melawan paras fosfat.	62
5.4 Status trofik melawan paras biojisim alga.	63
5.5 Status Trofik.	66



## SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Ekosistem yang normal dalam air.	7
3.1 Peta Negeri Sabah .	23
3.2 Peta Teluk Mengkabong.	24
3.3 Peta stesen-stesen di Teluk Mengkabong.	25
3.4 Filter.	24
3.5 Hot-plate.	30
3.6 Asid askorbik dan molibdat-antimonil ditambah masuk ke kelalang kon.	31
3.7 Langkah uji kaji.	34
3.8 Langkah uji kaji.	34
4.1 Kepekatan $\text{NO}_3$ ( $\text{mgL}^{-1}$ ) mengikut stesen.	54
4.2 Kepekatan $\text{PO}_4$ ( $\text{mgL}^{-1}$ ) mengikut stesen.	55
4.3 Biojisim alga ( $\text{mg m}^{-3}$ ) mengikut stesen.	55
5.1 Kepekatan $\text{NO}_3$ Melawan Stesen.	64
5.2 Kepekatan $\text{PO}_4$ Melawan Stesen.	65



**SENARAI FOTO**

<b>No. Foto</b>	<b>Muka Surat</b>
2.1 Pemerhatian makroskopik (a) and mikroskopik (b) bagi <i>Microcystis aeruginosa</i> . Nama biasa <i>Microcystis aeruginosa</i> ialah blue-green alga.	10
2.2 Kekurangan oksigen terlarut di tasik indonesia menyebabkan kematian ikan.	11
2.3 Pemerhatian makroskopik (a) dan mikroskopik (b) bagi <i>Uroglena americana</i> , satu jenis <i>red tide</i> .	13
2.4 Pelbagai Jenis Fitoplankton.	15



## SENARAI SIMBOL

N	nitrogen
P	fosforus
NO <sub>3</sub>	nitrat
PO <sub>4</sub>	fosfat
L	liter
ml	mililiter
mg	miligram
mm	milimeter
m	meter
m <sup>3</sup>	meter persegi
%	peratus
°C	darjah selsius
nm	nanometer
l	panjang cuvette
V <sub>e</sub>	isipadu ekstra acetone
V <sub>s</sub>	isipadu sampel air
mV	milivolt
ORP	oxidation-reduction potential
DO	oksigen terlarut
TDS	Jumlah Pepejal Terlarut
mgL <sup>-1</sup>	miligram per liter
gL <sup>-1</sup>	gram per liter
mg m <sup>-3</sup>	miligram per meter persegi
S.D	sisian piawai



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Ikan adalah salah satu penyumbang protein yang murah dan penting kepada manusia. Ia merupakan salah satu daripada tujuh kelas makanan manusia dan penting untuk pembahagian sel dalam badan manusia. Oleh itu, kerajaan sangat menggalakkan rakyat memakan ikan.

Ikan merupakan salah satu sumber pengeluaran utama Malaysia. Sumber perikanan dieksport ke luar negara untuk mendapatkan keuntungan ekonomi. Selain itu, ikan juga memberi peluang pekerjaan kepada penduduk di kawasan persisiran pantai. Oleh sebab itu, kegiatan penternakan ikan sangat digalakkan oleh kerajaan sama ada di kolam, sungai ataupun di laut. Aktiviti perikanan di Malaysia telah menyumbang 1.37 % kepada KDNK dan menyediakan peluang pekerjaan kepada 89,433 orang nelayan dan 21,114 orang penternak ikan (Jabatan Perikanan Malaysia, 2005).

Menternak ikan bukan satu perkara baru pada hari ini dan telah pun bermula sejak zaman dahulu. Kolam pembiakan ikan berbentuk bulat yang kekal sejak dari zaman



Roman telah dijumpa di Lago, Paola, Sabaudia, Lazio, Itali. Selain Roman, selama berkurun-kurun manusia di kawasan Indo-Pasifik terutamanya di China juga telah memelihara ikan (Faizah Shaharom *et al.*, 1995). Pekerjaan ini bermula daripada penangkapan ikan. Disebabkan peningkatan populasi manusia, maka manusia perlu mencari jalan alternatif untuk menampung keperluan ikan yang semakin meningkat. Lagi pun, aktiviti penternakan ikan adalah lebih selamat jika dibandingkan dengan cara penangkapan ikan di laut. Selain itu, kaedah ini adalah lebih mudah dan tempoh mendapatkan hasilnya adalah lebih singkat. Kelebihan ini telah menyebabkan kaedah pengkulturan ikan semakin digemari pada hari ini.

Menurut Faizah Shaharom (1995), pengkulturan ikan ialah pemeliharaan ikan secara rasional, meliputi terutamanya pengawalan pertumbuhan, pembiakbakaan ikan dan memperbaiki mutu hasil. Melalui kaedah pengkulturan ikan, penternak ikan dibenarkan menyelia serta mengawas pembiakan ikan, pemberian makanan, pertumbuhan kuantitatif dan pengawalan saiz ikan. Selain itu, pengkulturan ikan tidak memerlukan kawasan yang sangat luas, dan ini disertakan dengan pengeluarannya yang tinggi bagi setiap hektar.

Namun semua aktiviti manusia akan memberi kesan kepada alam sekitar sama ada secara positif mahupun secara negatif. Aktiviti penternakan ikan seperti akuakultur juga merupakan salah satu aktiviti yang memberi kesan kepada alam sekitar dan biasanya kesan itu adalah negatif. Aktiviti ini melibatkan penggunaan makanan ikan yang mengandungi kandungan nutrien yang tinggi untuk mempercepatkan tumbesaran ikan dan menghasilkan ikan yang besar serta berkualiti. Jika makanan bernutrien tinggi itu tersebar





atau teralir keluar dari tempat penternakan ikan, ia akan menyebabkan peningkatan nutrien di sekeliling kawasan itu. Nutrien yang tersebar akan menjadi sejenis bahan pencemar dalam air (Tan, 1997). Ia akan menyebabkan berlakunya eutrofikasi atau penyuburan tasik yang boleh mengancam kesihatan manusia dan organisma di sekelilingnya. Jika keadaan ini berterusan, ia akan menyebabkan kematian bagi sesetengah spesies akuatik.

Namun begitu, pertambahan nutrien ke persekitaran juga berkemungkinan boleh memberikan kesan kebaikan. Bagi sesetengah spesies ikan, peningkatan nutrien yang sedikit boleh meningkatkan bilangan ikan tersebut. Ini kerana nutrien tersebut boleh menjadi sumber makanan kepada ikan-ikan tersebut. Keadaan ini akan turut meningkatkan hasil tangkapan nelayan.

## **1.2 Kepentingan Kajian**

Kawasan pantai kini semakin dicemar dan pencemaran ini kebanyakannya disebabkan oleh aktiviti manusia. Aktiviti manusia banyak mengubah rupa bentuk bumi dan kualiti sekitarnya. Oleh itu pengauditan dan pengawalan yang sesuai perlu dilakukan untuk mengetahui kualiti semasa di sesuatu tempat. Ini adalah menyenangkan pihak berkenaan untuk mengurus dan mengawal kualiti di sesuatu tempat.

Aktiviti pengkulturan ikan kini kian meningkat, pusat pengkulturan ikan turut bertambah banyak. Pusat pengkulturan ikan kebanyak didirikan di kawasan sungai dan



kawasan pantai. Kadangkala satu kawasan boleh terdapat beberapa pusat pengkulturan ikan. Keadaan ini amat merisaukan kerana nutrien di kawasan ini boleh berada di paras eutrofik. Apabila nutrien berada di paras eutrofik, fenomena eutrofikasi boleh berlaku. Oleh itu, pengawalan kepada kepekatan nutrien di dalam air adalah penting. Maka kajian kepada kepekatan nutrien di dalam air amat diperlukan.

Selain nutrien, jumlah biojisim alga di dalam air juga perlu dikaji. Jumlah biojisim alga boleh menentukan adakah fenomena eutrofikasi berlaku. Kajian juga menbolehkan pihak berkenaan melakukan tindakan yang sewajarnya untuk mengurus pencemaran.

### **1.3 Objektif Kajian**

Kajian ini dilakukan untuk memenuhi beberapa objektif.

- Menentukan kepekatan nutrien (nitrat dan fosfat) dalam air di Teluk Mengkabong.
- Menentukan jumlah biojisim alga yang terdapat di kawasan kajian.
- Menentukan hubungan di antara biojisim alga dengan kepekatan nutrien dalam air.



## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Nutrien

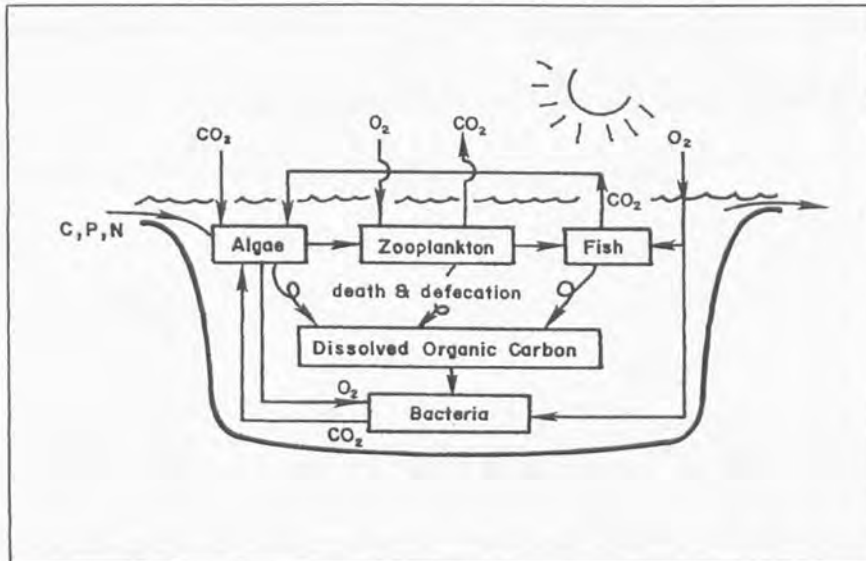
Nutrien adalah campuran kimia yang digunakan sebagai makanan oleh organisma. Terdapat enam jenis nutrien yang penting iaitu protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral dan air (Kaskel *et al.*, 1995). Nutrien-nutrien ini penting untuk kesemua organisma hidup. Campuran nutrien-nutrien ini berperanan untuk mefungsikan badan, dan digunakan untuk metabolisme dan tumbesaran tubuh badan. Sebahagian daripada nutrien-nutrien ini digunakan untuk menghasilkan tenaga manakala sebahagian lagi digunakan untuk aktiviti metabolisme. Seseengah nutrien tidak dapat dihasilkan dalam tubuh badan organisma secara sendiri, maka ia perlu diperolehi melalui makanan. Campuran organik ini akan digunakan dalam metabolisma oleh organisma untuk mendapatkan tenaga. Organisma-organisma menggunakan tenaga ini untuk pelbagai kegiatan seperti tumbesaran, penggantian sel yang mati dan penghasilan tindak balas kimia untuk hidup.

Nutrien juga merupakan salah satu unsur yang boleh menyumbang kepada pencemaran air. Nutrien ialah unsur atau campuran yang boleh mengakibatkan peningkatan populasi organisma air dengan luar biasa. Contoh nutrien yang biasa menyebabkan pencemaran air ialah nitrogen dan fosforus. Kepekatan nutrien yang tinggi dalam air boleh membawa kepada kejadian eutrofikasi (Botkin & Keller, 2003).

## 2.2 Eutrofikasi

Eutrofikasi merupakan satu fenomena yang disebabkan oleh aktiviti manusia. Eutrofikasi berlaku apabila sesuatu jasad air mengandungi banyak hidupan, iaitu tumbuhan yang halus dan terapung dipermukaan air (Mee, 2000). Tumbuhan yang halus ini adalah fitoplankton, sebagai contoh alga, diatom dan sianobakteria. Pertumbuhan fitoplankton ini dirangsang oleh kehadiran cahaya yang cukup dan nutrien yang penting, iaitu sebatian nitrogen dan fosforous. Rajah 2.1 menunjukkan contoh sebuah ekosistem yang normal. Nutrien yang berlebihan akan mengganggu keseimbangan ekosistem ini dan menyebabkan kesan buruk kepada organisma air.





**Rajah 2.1** Ekosistem yang normal dalam air (United Nations Environment Programme, 2004).

### 2.2.1 Proses Eutrofikasi

Kandungan nutrien yang terlalu tinggi dalam air akan menggalakkan pertumbuhan fitoplankton seperti alga seni, alga biru-hijau dan tumbuhan akuatik seperti kiambang dan keladi bunting. Alga dan tumbuhan yang tumbuh dengan cepat akan membentuk satu lapisan di permukaan air (Botkin & Keller, 2003). Lapisan ini akan menghalang cahaya masuk ke dasar laut. Maka proses fotosintesis dalam air akan berkurangan. Alga dan tumbuhan yang hidup akan menjalani respirasi manakala tumbuhan, bakteria dan alga yang mati akan mengalami pereputan (Tan, 1997). Kedua-dua proses respirasi dan pereputan ini memerlukan oksigen. Keadaan ini merendahkan kandungan oksigen terlarut yang sedia ada serta meningkatkan BOD dan kekurangan oksigen ini mengakibatkan kematian haiwan dan tumbuhan akuatik yang lain. Setelah keadaan menjadi anoksik,

bakteria anaerobik akan mengambil alih proses penguraian daripada bakteria aerobik. Hasil akhir penguraian oleh bakteria anaerobik ialah gas-gas toksik seperti H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, dan CH<sub>4</sub> (U.S. Environmental Protection Agency, 2004).

### 2.2.2 Kesan Eutrofikasi

Fenomena eutrofikasi ini akan mendatangkan banyak masalah, seperti ancaman kepada kesihatan manusia, peledakan alga beracun, penurunan kualiti air dan fungsi ekosistem akuatik, serta penambahan kos kerajaan dalam sektor pengurusan air (Carpenter *et al.*, 1998).

Eutrofikasi biasanya berlaku di tempat seperti pinggir laut atau kolam berhampiran dengan kawasan-kawasan penternakan dan pertanian. Ini adalah kerana nutrien lebih mudah terperangkap di kawasan seperti ini dan menjadikan kepekatan nutrien di perairan tersebut lebih tinggi. Selain itu, eutrofikasi juga boleh berpunca daripada pengaliran nutrien melalui saluran pembuangan air, industri, kenderaan, hujan asid, kawasan penempatan dan perbandaran (Robinson *et al.*, 2005). Pengkayaan nutrien di perairan akuatik boleh mendatangkan pelbagai masalah seperti mengancam ekosistem akuatik, mengurangkan DO dalam air, menyebabkan ledakan alga dan lain lagi.



### a. Ancaman Kepada Ekosistem Akuatik

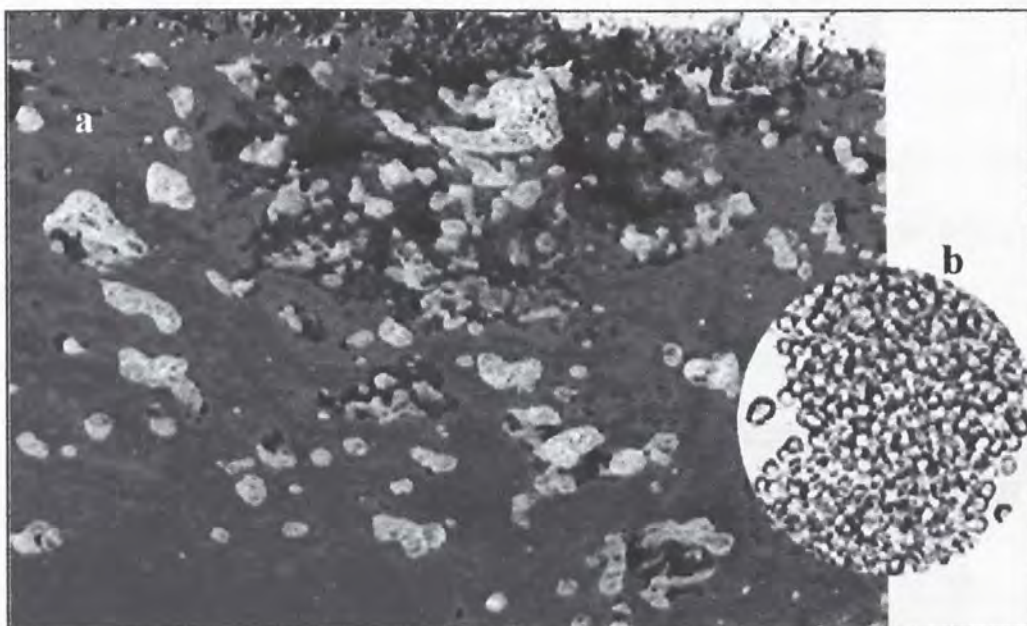
Pada tahun 1973 hingga 1990, banyak tumbuhan dan binatang telah mati di pantai Romania dan Ukraine barat (Mee, 2000). Dijangkakan lebih kurang 60 juta tan binatang dasar laut termasuk 5 juta tan ikan telah mati. Kejadian ini berlaku disebabkan oleh green revolution yang telah berlaku pada tahun 1960-an di situ. *Green revolution* ialah satu perubahan dalam sektor pengeluaran pertanian. Dalam kes ini, berlakunya penggunaan baja, makanan ternakan dan racun serangga yang banyak. Nutrien yang berlebihan daripada kebun-kebun, ladang-ladang dan kilang-kilang telah terbang ke sungai dan mengalir ke *Black Sea*.

Disebabkan oleh pengaliran nutrien yang banyak ke *North-Western Shelf*, fitoplankton telah tumbuh secara banyak. Akhirnya fitoplankton ini telah menutupi permukaan air di situ dan menghalang cahaya masuk ke dasar laut. Keadaan ini telah menyebabkan tumbuhan dasar laut mula mengalami masalah kekurangan cahaya matahari untuk menjalankan proses fotosintesis lalu mati. Keadaan menjadi lebih teruk apabila oksigen digunakan dalam proses penguraian oleh bakteria terhadap hidupan laut yang mati. Disebabkan oleh fenomena eutrofikasi yang berlaku, oksigen terlarut berkurangan sehingga hidupan laut mengalami kesesakan nafas

Organisma-organisma khusus yang memakan fitoplankton dan bahan organik berlebihan ini telah muncul dalam jumlah yang banyak di sekitar Black Sea (Gyllenhammar *et al.*, 2005). Akan tetapi, organisma jenis ini bukan makanan



zooplankton dan mereka boleh menyebabkan rantai makanan semulajadi terputus. Oleh itu, spesies ini dikenal sebagai 'dead end' spesies (Mee, 2000). Kesimpulannya, kehadiran nutrien yang berlebihan tidak bermakna ia dapat menyuburkan sesuatu kawasan. Kehadiran nutrien yang secukupnya baru dapat membawa manfaat kepada sesuatu kawasan. Foto 2.1 telah menunjukkan rupa bentuk sejenis fitoplankton yang bernama *blue-green alga*.



**Foto 2.1** Pemerhatian makroskopik (a) dan mikroskopik (b) bagi *Microcystis aeruginosa*. Nama biasa *Microcystis aeruginosa* ialah blue-green alga (United Nations Environment Programme, 2004).



## Rujukan

Ahmad Ismail dan Ahmad Badri Mohamad, 1992. *Ekologi Air Tawar*. Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Anderson, G., 2004. *Seawater Composition*. Santa Barbara City College, California.

APHA (American Public Health Association), 1995. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Ed. Ke-19. American Water Works Association. Water Environment Federation.

Bartram, J. dan Balance, R., 1996. *Water Quality Monitoring*. E & FN SPON, New York.

Biswas, A.K., 1996. *Water Resources*. McGraw-Hill, sydney.

Botkin, D.B. dan Keller, E.A., 2003. *Environmental Science: Earth as a Living Planet 4<sup>th</sup> Edition*. Wiley, America.

Carpenter, S.R., Caraco, N.F., Correll, D.L., Howarth, R.W., Sharpley, A.N. dan Smith, V.H., 1998. Nonpoint pollution on surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecol. Appl.* **8**, 559–568.

Christian, G. D., 1994. *Analytical Chemistry*, John Willey and Sons , Inc, USA.



- Diniz, M.C.T., Filho, O.F., Aquino, E.V., dan Rohwedder, J.J.R., 2004. Determination of phosphate in natural water employing a monosegmented flow system with simultaneous multiple injection. *Talanta* **62** (2004) 469–475.
- Faizah Shaharom, Hassan Hj. Mohd Daud dan Siti Khalijah Daud (ptrj.), 1995. *Buku Teks Mengkultur Ikan: Pembiakbakaan dan Pemeliharaan Ikan*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur, 1-2.
- Franks, C.R., 2005. Harmful algae bloom in Maryland. Maryland Department of Natural Resources. [http://www.dnr.state.md.us/bay/hab/prorocentrum\\_2000\\_bloom.html](http://www.dnr.state.md.us/bay/hab/prorocentrum_2000_bloom.html)
- Fuss, J., 2002. Chesapeake Bay Program U.S. <http://www.chesapeakebay.net/nutr1.htm>
- Gore, P.J.W., 2005. *Salinity*. Georgia Perimeter College, America.
- Gyllenhammar, A. dan Hakanson, L., 2005. Environmental consequence analyses of fish farm emissions related to different scales and exemplified by data from the Baltic-a review. *Marine Environmental Research* **60** (2005) 211-243.
- Heil, C.A., Glibert, P.M. dan Fan, C., 2005. *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller A review of a harmful algal bloom species of growing worldwide importance. *Harmful Algae* **4** (2005) 449-470.



- Holmes-Farley, R., 2005. *Aquarium Fish Magazine: Using Conductivity To Measure Salinity*, Bow Tie Incorporated, America.
- Holmes-Farley, R., 2006. *Reefkeeping Magazine: ORP and the Reef Aquarium*, Reef Central, United Kingdom.
- Hu Kelin, Huang Yuangfang, Li Hong, Li Baoguo, Chen Deli dan White R.E., 2005. Spatial variability of shallow groundwater level, electrical conductivity and nitrate concentration, and risk assessment of nitrate contamination in North China Plain. *Environment International* **31** (2005) 896-903.
- Hussenot, J.M.E., 2003. Emerging effluent management strategies in marine fish-culture farms located in European coastal wetlands. *Aquaculture* **226** (2003) 113-128.
- Jabatan Pengairan Dan Saliran, 2004. *Interim National Water Quality Standards For Malaysia*. <http://www.did.sarawak.gov.my/wqie/sgsarawak/inwqsm-standards.htm#rget1>
- Jabatan Perikanan Malaysia, 2005. *Sektor Perikanan Di Malaysia*. [http://www.dof.gov.my/fmaklumat/index\\_maklumat.htm](http://www.dof.gov.my/fmaklumat/index_maklumat.htm)
- Janus, L.L. dan Vollenweider, R.A., 1981. *The OECD Cooperative Programme on Eutrophication: Summary Report - Canadian Contribution*. Inland Waters Directorate Scientific Series No. 131, Environment Canada, Burlington, Ontario, Canada.



- Johnson S. L., 2005. U.S. Environmental Protection Agency. United States of America. <http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs/625r00008/html/fs1.htm>
- Kaskel, A., Hummer, P.J., Jr. dan Daniel, L., 1995. *Biology: An Everyday Experience*. Glencoe, United States of America.
- Mee, L., 2000. *How to Save the Black Sea, Your Guide to the Black Sea Strategic Action Plan*. The World Bank Group. <http://lnweb18.worldbank.org/ECA/ECSSD.nsf/0/>
- Mendoza-Salgado, R.A., Lechuga-Deveze, C.H. dan Ortega-Rubio, A., 2004. First approach of a method to assess water quality for arid climate bay in the Gulf of California. *Science of the Total Environment* **248** (2004) 167– 176
- Michaud, J.P. 1991. *A citizen's guide to understanding and monitoring lakes and streams*. Washington State Dept. of Ecology, Publications Office, Olympia, WA, USA (360) 407-7472.
- Millero, F.J., 1996. *Chemical Oceanography*, CRC Press, London.
- Mills, K., 2005. Experimental Lakes Area. Freshwater Institute, Canada. <http://www.umanitoba.ca/institutes/fisheries/eutro.html>



- Ministry of the Environment Government of Japan, 2004. *Environmental Quality Standards for Conservation of the Living Environment*. <http://www.env.go.jp/en/lar/regulation/wp.html#top>
- Nordvarg, L. dan Hakanson, L., 2002. Predicting the environmental response of fish farming in coastal areas of the Aland archipelago (Baltic Sea) using management models for coastal water planning. *Aquaculture* **206** (2002) 217-243.
- Parker, P.M., 2005. *Phytoplankton*. Webster's Online Dictionary: The Rosetta Edition. INSEAD. <http://www.websters-online-dictionary.org>
- Robinson, T.H., Leydecker, A., Keller, A.A., dan Melack, J.M., 2005. Steps towards modeling nutrient export in coastal Californian streams with a Mediterranean climate. *Agricultural Water Management* **77** (2005) 144-158.
- Sundblad, K., Tonderski, A. dan Rulewski, J., 1994. Nitrogen and phosphorus in the Vistula River, Poland – changes from source to mouth. *Water Sciences & Technology* **30** (5) 177-186.
- Tan, A.S., 1997. *SPM Biologi*. Delta, Malaysia. 159-160.
- United Nations Environment Programme, 2004. *Land Based Sources of Marine Pollution*. <http://www.cep.unep.org/marine-issues/plonearticlemultipage>.



U.S. Environmental Agency, 2004. *Onsite Wastewater Treatment Systems Special Issues Fact Sheet 1*. <http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs/625r00008/html/fsl.htm>

Valderrama, J.C., 1995. *Methods of Nutrients Analysis In: Manual On Harmful Marine Microalgae*. Hellegraeff, G.M, Anderson, D.M and Lembelal, A.D(eds). Ioc Manuals and Guides No 33., UNESCO, 1995.

Walk, M.F., 2006. *Nitrogen Fact Sheet*. UMass Extension, America.

Wikipedia, 2005. *Phytoplankton*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Phytoplankton>

Xing Fang, Stefan, H.G., Eaton, J.G., McCormick, J.H. dan Alam, S.A., (2003). Simulation of thermal/dissolved oxygen habitat for fishes in lakes under different climate scenarios. *Ecological Modelling* **172** (2004) 13-37.

