

TABURAN NUTRIEN (NO_3 & PO_4) DAN KLOOROFIL *a* DI PERAIRAN TELUK
MENGKABONG, TUARAN

IBTIHAL BINTI JUSOH

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

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

April 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: TABURAN NUTRIEN (NO_3 dan PO_4) DAN KLOROFIL aDI PERAIRAN TELUK MENAKABONG, TUARANIjazah: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN (SAINS SEKITARAN)SESI PENGAJIAN: MEI 2004 - APRIL 2007Saya IBTIHAL BT. JUSOH

(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: NO 3 JLN 3/5E,CIK FARRAH ANIS FAZLIATUL ADWAN

Nama Penyelia

43650 BDR. BARU BANGI, SELANGOR.Tarikh: 19 APRIL 2007Tarikh: 19 APRIL 2007

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 socara 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.

19 April 2007



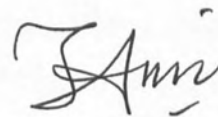
IBTIHAL BINTI JUSOH

HS2004-2510

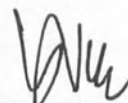


DIPERAKUKAN OLEH**1. PENYELIA**

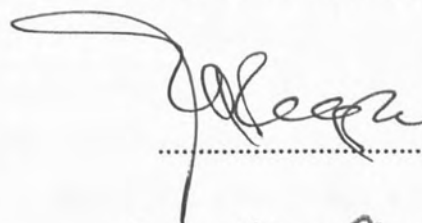
(Cik Farrah Anis Fazliatul Adnan)

**2. PEMERIKSA 1**

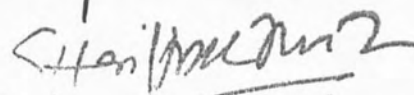
(Dr. Vun Leong Wan)

**3. PEMERIKSA 2**

(Prof. Madya Dr. Mohd. Harun Abdullah)

**4. DEKAN**

(SUPT K/S Prof. Madya Dr. Shariff A. Kadir S. Omang).....



PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Ilahi kerana akhirnya saya berjaya menyiapkan projek tahun akhir ini mengikut tempoh waktu yang telah ditetapkan. Sesungguhnya projek ini tidak dapat saya lengkapkan tanpa pertolongan dan bantuan dari banyak pihak secara langsung dan tidak langsung.

Setinggi-tinggi penghargaan saya tujukan kepada Cik Farrah Anis Fazliatul atas jasa baiknya sebagai penyelia. Segala tunjuk ajar, pendapat dan nasihat amatlah berguna bagi memperelok lagi disertasi ini. Terima kasih juga atas keprihatinan dan kesabaran dalam membimbing kami. Tidak lupa juga kepada Pn. Siti Rahayu, En. Ooi dan En. Moh Pak Yan yang telah membantu dalam bidang statistik dan kimia. Ucapan terima kasih juga kepada para pembantu makmal, kakitangan SST dan IPMB - En. Shaufie, En. Neldyn, En. Duasin, En. Jeffrey, En. Jalaluddin, En. Muhin, En. Harun, Pn. Zainab, Cik Azimah dan Kak Azima atas kerjasama yang telah diberikan. Segala pertolongan dan kerja keras kalian amat saya hargai.

Jutaan terima kasih kepada kedua ibu bapa saya dan adik-beradik yang telah banyak memberi sokongan moral dan material dalam usaha saya menyiapkan disertasi ini. Sokongan dan dorongan anda amat bermakna. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan seperjuangan yang tidak lokek berkongsi idea dan maklumat serta sentiasa menghulurkan pertolongan. Terima kasih terutamanya kepada Yani dan Chris. Juga kepada Liza, Ain, Wan, Yati, Janet, Nadiyah, Linda, 'Ain, Hafis, Jai dan Clarence. Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga buat teman-teman dan sahabat, Fizah, Kak Nurul, Za, Siti dan Kak Chah atas sokongan, bantuan dan pengorbanan yang tidak mampu saya membalasnya. Semoga Allah membalas jasa kalian hendaknya.

IBTIHAL BT JUSOH

MAC 2007



ABSTRAK

Kajian taburan nutrien (NO_3 dan PO_4) dan klorofil a telah dijalankan di Teluk Mengkabong pada November dan Disember 2006. Terdapat 10 stesen yang telah dipilih secara rawak untuk kajian ini. Objektif kajian adalah untuk menentukan kepekatan nitrat dan fosfat, mengkaji pengaruh nitrat dan fosfat terhadap taburan fitoplankton di Teluk Mengkabong dan pengaruh kedalaman air terhadap kepekatan klorofil a , nitrat dan fosfat. Parameter in-situ yang dikaji adalah suhu, pH, kekonduksian, saliniti dan DO. Kaedah yang digunakan untuk analisis nitrat dan fosfat adalah masing-masing yang disyorkan oleh Christian (1994) dan Valderrama (1995). Kepekatan klorofil a ditentukan melalui kaedah monometrik *American Public Health Association* (APHA) (2000). Kandungan TSS ditentukan melalui kaedah yang dicadangkan oleh APHA (1985). Min nilai kepekatan nitrat yang didapati adalah $3.00 \pm 1.78 \text{ mg l}^{-1}$. Min nilai kepekatan fosfat yang didapati adalah $0.04 \pm 0.03 \text{ mg l}^{-1}$. Kajian mendapati bahawa di kawasan Teluk Mengkabong, kepekatan klorofil a tidak dipengaruhi oleh NO_3 dan PO_4 . Kepekatan klorofil a juga adalah tidak berbeza secara signifikan mengikut kedalaman air. Berdasarkan kajian ini, bagi parameter nutrien, klorofil a dan in-situ, Teluk Mengkabong mematuhi piawai INWQS pada Kelas IIB. Ini menunjukkan bahawa kawasan Teluk Mengkabong masih sesuai digunakan untuk kegunaan aktiviti rekreasi.



ABSTRACT

THE DISTRIBUTION OF NUTRIENTS (NO_3 & PO_4) AND CHLOROPHYLL *a* IN COASTAL WATERS OF TELUK MENKABONG, TUARAN

This study of the distribution of nutrients (NO_3 and PO_4) and chlorophyll *a* has been carried out in Teluk Mengkabong between November and December 2006. Ten stations were chosen randomly for this study. The objective of this study is to identify the concentration of nitrate and phosphate, to study the influence of nitrate and phosphate on the distribution of phytoplanktons in Teluk Mengkabong, and the influence of water depth on chlorophyll *a*, nitrate, and phosphate concentration. In-situ parameters that were studied are as follows – temperature, pH, conductivity, salinity and DO. The methods that were used to analyze the concentrations of nitrate and phosphate are as proposed by Christian (1994) and Valderrama (1995), respectively. The concentration of chlorophyll *a* was determined using monometric method (APHA, 2000). TSS was determined by a method proposed by APHA (1985). Min value of nitrate concentration is $3.00 \pm 1.78 \text{ mg l}^{-1}$. Min value of phosphate concentration is $0.04 \pm 0.03 \text{ mg l}^{-1}$. The study shows that in the waters of Teluk Mengkabong, the concentration of chlorophyll *a* is not influenced by NO_3 and PO_4 . The concentration of chlorophyll *a* is not significantly different with water depth. Based on this study, for the parameters of nutrients, chlorophyll *a* and in-situ, the waters of Teluk Mengkabong comply to INWQS standard for Class IIB. Thus, the area of Teluk Mengkabong is still suitable for recreational use.



KANDUNGAN

PENGAKUAN	i
PERAKUAN PEMERIKSA	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI FOTO	xi
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.1.1 Latar Belakang Kajian	3
1.1.2 Lokasi Kajian	5
1.1.3 Kepentingan Kajian	6
1.2 Objektif Kajian	6
BAB 2 ULASAN LITERATUR	7
2.1 Nitrat	7
2.2 Fosfat	11
2.3 Fitoplankton	15
2.4 Eutrofikasi	19
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH KAJIAN	22
3.1 Lokasi Kajian	22
3.1.1 Latar Belakang Lokasi Kajian	22
3.1.2 Stesen Pensampelan	23
3.1.3 Koordinat Stesen Pensampelan	24
3.2 Pensampelan	25
3.3 Analisis <i>In Situ</i>	27
3.3.1 Peralatan Analisis <i>In Situ</i>	27



3.3.2	Parameter Analisis <i>In Situ</i>	27
3.4	Analisis Makmal	28
3.4.1	Bahan	28
3.4.2	Peralatan	29
3.5	Analisis Nitrat	30
3.6	Analisis Fosfat	31
3.7	Analisis Klorofil <i>a</i>	32
3.8	Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	34
3.9	Analisis Data	35
BAB 4	KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA	36
4.1	Suhu	36
4.2	pH	38
4.3	Kekonduksian	40
4.4	Saliniti	41
4.5	Oksigen Terlarut (DO)	42
4.6	Klorofil <i>a</i>	43
4.7	Kepekatan Nitrat	45
4.8	Kepekatan Fosfat	47
BAB 5	PERBINCANGAN	49
5.1	Kepekatan Nutrien Nitrat dan Fosfat	49
5.1.1	Kepekatan Nitrat	49
5.1.2	Kepekatan Fosfat	50
5.2	Kepekatan Klorofil <i>a</i>	52
5.3	Hubungan Antara Stesen Pensampelan dengan Parameter-parameter yang Dikaji	53
5.4	Bacaan pH	54
5.5	Kepekatan Oksigen Terlarut (DO)	55
5.6	Tahap Saliniti	57
5.7	Kekonduksian	58
5.8	Suhu	59



3.3.2	Parameter Analisis <i>In Situ</i>	27
3.4	Analisis Makmal	28
3.4.1	Bahan	28
3.4.2	Peralatan	29
3.5	Analisis Nitrat	30
3.6	Analisis Fosfat	31
3.7	Analisis Klorofil <i>a</i>	32
3.8	Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	34
3.9	Analisis Data	35
BAB 4	KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA	36
4.1	Suhu	36
4.2	pH	38
4.3	Kekonduksian	40
4.4	Saliniti	41
4.5	Oksigen Terlarut (DO)	42
4.6	Klorofil <i>a</i>	43
4.7	Kepekatan Nitrat	45
4.8	Kepekatan Fosfat	47
BAB 5	PERBINCANGAN	49
5.1	Kepekatan Nutrien Nitrat dan Fosfat	49
5.1.1	Kepekatan Nitrat	49
5.1.2	Kepekatan Fosfat	50
5.2	Kepekatan Klorofil <i>a</i>	52
5.3	Hubungan Antara Stesen Pensampelan dengan Parameter-parameter yang Dikaji	53
5.4	Bacaan pH	54
5.5	Kepekatan Oksigen Terlarut (DO)	55
5.6	Tahap Saliniti	57
5.7	Kekonduksian	58
5.8	Suhu	59



BAB 6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	60
RUJUKAN		62
LAMPIRAN		66



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
3.1 Koordinat stesen pensampelan	24
3.2 Parameter analisis <i>in situ</i>	27

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
1.1 Peta Teluk Mengkabong	4
3.1 Stesen Pensampelan di Teluk Mengkabong	22
4.1 Bacaan suhu air (°C) pada pensampelan pertama	36
4.2 Bacaan suhu air (°C) pada pensampelan kedua	37
4.3 Bacaan pH air pada pensampelan pertama	38
4.4 Bacaan pH air pada pensampelan kedua	39
4.5 Bacaan nilai kekonduksian pada pensampelan kedua	40
4.6 Bacaan nilai saliniti pada pensampelan kedua	41
4.7 Nilai bacaan DO pada pensampelan kedua	42
4.8 Nilai bacaan kepekatan klorofil <i>a</i> pada pensampelan pertama	43
4.9 Nilai bacaan kepekatan klorofil <i>a</i> pada pensampelan kedua	44
4.10 Nilai bacaan kepekatan nitrat pada pensampelan pertama	45
4.11 Nilai bacaan kepekatan nitrat pada pensampelan kedua	46
4.12 Nilai bacaan kepekatan fosfat pada pensampelan pertama	47
4.13 Nilai bacaan kepekatan fosfat pada pensampelan kedua	48



SENARAI FOTO

No. Foto	Muka Surat
1.1 Hot plate	66
1.2 Water bath	66
1.3 Ketuhar pengering	67
1.4 Spektrofotometer UV/VIS	67



SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

°C	darjah Celsius
μS	mikro Semen
μm	mikrometer
Al	Aluminium
APHA	American Public Health Association
Ca	Kalsium
DO	<i>Dissolved Oxygen</i> (Oksigen Terlarut)
Fe	Ferum
HCO ₃ ⁻	Karbonat
INWQS	Indeks Piawaian Interim Kualiti Air
M	Molar
m	meter
mg l ⁻¹	miligram per liter
ml	mililiter
nm	nanometer
NO ₃	Nitrat
PO ₄	Fosfat
ppt	<i>part per thousand</i>
SPSS	<i>Statistical Package for Social Science</i>
TSS	Total Suspended Solids



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Sistem perairan adalah meliputi air, tumbuh-tumbuhan dan haiwan yang ditemui di teluk, lagun, muara dan di tepi pantai. Dalam satu rantai makanan, pengeluar primer (termasuk rumpai laut, alga dan beberapa spesies bakteria) akan memerangkap nutrien, cahaya matahari dan karbon dioksida (CO_2) dan seterusnya menggunakan elemen-elemen ini untuk membina tisu-tisu baru dan membebaskan oksigen sebagai satu hasil sampingan melalui fotosintesis (USEPA, 2006).

Nutrien wujud secara semulajadi untuk menyokong proses-proses yang menjadikan sistem perairan sebuah sistem yang unik (Hauxwell *et al.*, 2001). Nutrien hadir di dalam air masin dalam jumlah yang lebih kecil berbanding karbon dioksida. Oleh itu, nutrien harus dikitar semula kepada autotrof untuk memastikan penghasilannya akan sentiasa berterusan.



Nitrogen (N) dan fosforus (P) adalah antara nutrien yang paling diperlukan dalam sistem semulajadi. Kedua-duanya diperlukan dalam bentuk nitrat (NO_3) dan fosfat (PO_4). Nitrat dan fosfat merupakan dua nutrien yang seringkali bertindak sebagai faktor penghad bagi pertumbuhan pengeluar primer.

Nitrat merupakan satu komponen yang penting bagi klorofil membentuk pigmen hijau yang menyerap cahaya matahari semasa fotosintesis. Nitrat juga diperlukan untuk membina asid amino, yang merupakan elemen untuk membentuk protein, dan juga sebagai bahan genetik, termasuk asid deoksiribonukleik (DNA) dan asid ribonukleik (RNA). Selain itu, ia juga merupakan salah satu komponen dalam DNA, dan ia juga ditemui dalam adenosina trifosfat (ATP), satu molekul yang sangat penting dalam pemindahan dan penyimpanan tenaga pada sel-sel hidup.

Oleh kerana nitrat dan fosfat mempengaruhi proses produktiviti primer, maka, penambahan unsur-unsur ini ke dalam sistem perairan haruslah sentiasa diawasi. Ini kerana, proses produktiviti primer juga seterusnya akan memberi kesan terhadap kegiatan seharian penduduk setempat, aktiviti rekreasi dan nilai estetika kawasan Teluk Mengkabong sendiri.

Kajian yang dijalankan akan mengenalpasti taburan nitrat, fosfat dan fitoplankton dan kepekatan setiap parameter tersebut. Fosfat seringkali merupakan nutrien penghad dalam ekosistem air tawar. Ini bermakna, penambahan fosfat ke dalam jasad air akan meningkatkan produktiviti primer (Hauxwell *et al.*, 2001). Manakala, bagi nitrat, ia



merupakan nutrien penghad dalam ekosistem marin. Walaubagaimanapun, keadaan ini bergantung kepada lokasi kajian dan dipengaruhi oleh aktiviti dan jenis tumbuhan serta unsur-unsur kimia yang wujud di dalam jasad air tersebut.

1.1.1 Latar Belakang Kajian

Kajian dijalankan di kawasan perairan Teluk Mengkabong, Tuaran. Melalui pemerhatian, kawasan ini merupakan satu kawasan tarikan pelancong dan berdekatan dengan kawasan peranginan. Di sini juga terdapat aktiviti perindustrian, pertanian, projek akuakultur dan kawasan penempatan penduduk setempat.

Melihat kepada situasi di atas, dapat dilihat beberapa sumber yang berkemungkinan menyumbang kepada jumlah nitrat dan fosfat secara berlebihan. Aktiviti akuakultur dilihat sebagai penyumbang terbesar kepada input nitrat dan fosfat. Peningkatan aktiviti akuakultur akan menyebabkan bertambahnya kemasukan makanan dan seterusnya meningkatkan amaun bahan buangan metabolik yang memasuki jasad air. Oleh itu, jumlah nutrien akan meningkat dan menyebabkan pertambahan jumlah fitoplankton (Biao *et al.*, 2004). Efluen dari kolam akuakultur kebiasaannya kaya dengan pepejal organik terampai, karbon, nitrogen dan fosforus.

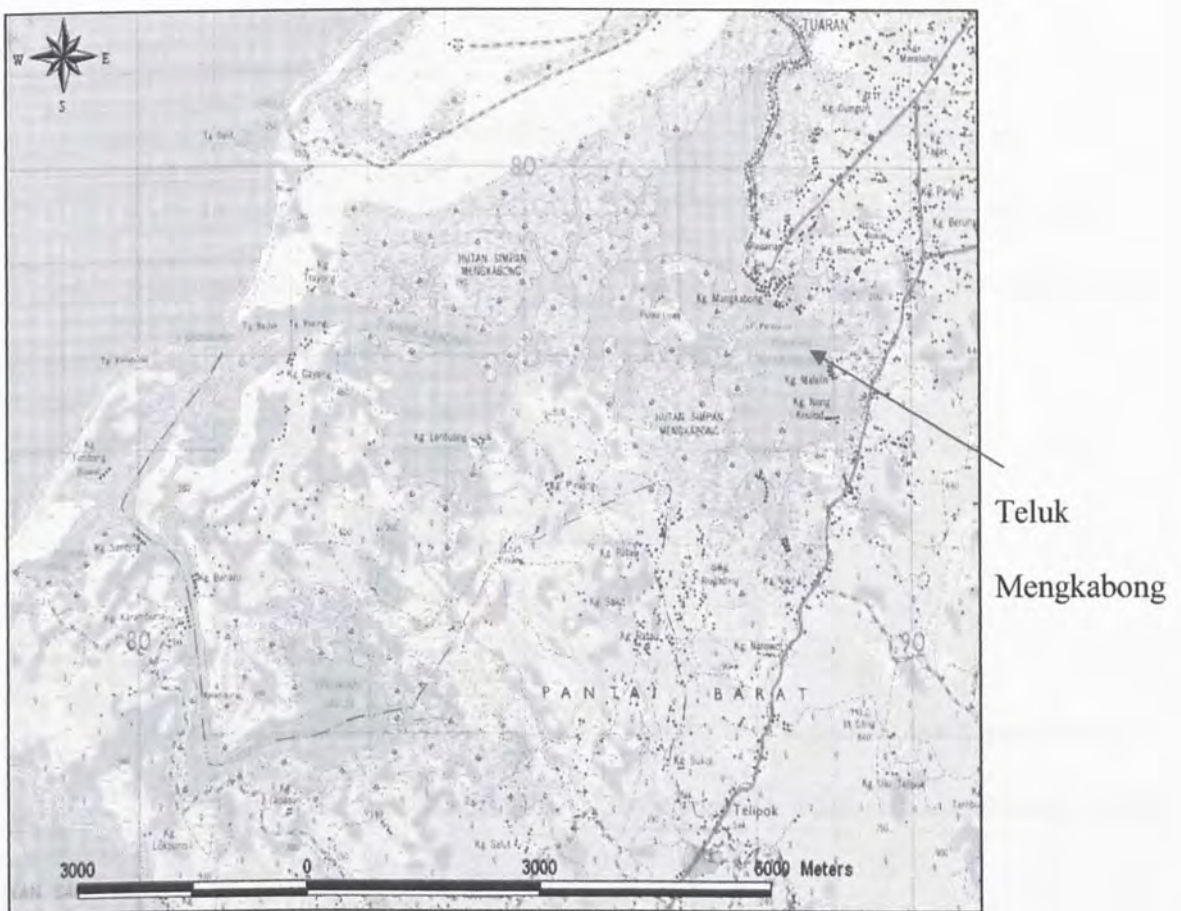
Kemasukan nutrien ke dalam jasad air boleh berpunca dari penggunaan baja, bahan buangan dan pengkulturan secara sangkar (*cage culture*). Nutrien dalam kuantiti yang berlebihan akan menyebabkan pelbagai kesan negatif, antaranya ledakan alga,

peningkatan makrovegetasi, kehilangan air melalui transpirasi, eutrofikasi dan menjejaskan nilai estetika kawasan tersebut (Jhingran, 1995).



1.1.2 Lokasi Kajian

Kajian ini akan dijalankan di perairan Teluk Mengkabong. Teluk Mengkabong terletak di daerah Tuaran dengan keluasan kira-kira 10 km². Tuaran terletak 33 km dari Kota Kinabalu. Terdapat lencongan 2 km sebelum Tuaran yang menghala ke Kampung Air Mengkabong.



Rajah 1.1 Peta Teluk Mengkabong

1.1.3 Kepentingan Kajian

Sistem akuatik, termasuk muara dan persekitaran marin perlu diberi perhatian atas tiga faktor yang utama. Pertama, sistem perairan yang sihat menyediakan tempat tinggal dan makanan bagi pelbagai jenis haiwan dan tumbuhan. Kedua, kita menggunakan sistem ini secara meluas bagi tujuan komersial dan rekreasi. Ketiga, kedua-dua aktiviti di daratan dan perairan boleh mendatangkan ancaman kepada sistem akuatik.

Oleh itu, kajian ini akan memfokuskan mengenai taburan nutrien nitrat dan fosfat serta fitoplankton untuk mengenalpasti tahap pencemarannya. Seterusnya, hasil kajian ini juga dapat digunakan oleh pihak-pihak berwajib sebagai garis panduan untuk memastikan kawasan ini terus dapat memenuhi keperluan semua pihak.

1.2 Objektif Kajian

Kajian ini dijalankan bagi memenuhi beberapa objektif iaitu;

- a. Menentukan kepekatan nitrat dan fosfat di perairan Teluk Mengkabong.
- b. Mengkaji pengaruh nitrat dan fosfat terhadap taburan fitoplankton di Teluk Mengkabong.
- c. Mengkaji pengaruh kedalaman air terhadap kepekatan klorofil *a*, nitrat dan fosfat.



BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 Nitrat

Pertumbuhan semua organisma bergantung kepada kewujudan nutrien-nutrien mineral, di mana, yang terpenting adalah nitrogen. Nitrogen merupakan salah satu dari enam makronutrien yang merupakan asas bagi hidupan di Bumi (Botkin & Keller, 2003).

Nitrogen juga diperlukan dalam kuantiti yang besar sebagai salah satu komponen yang penting dalam pembentukan protein, asid nukleik dan sel-sel asas yang lain (Knox, 2001). Sintesis tersebut berlaku dalam tiga bentuk tak organik terlarut yang utama: ammonia, nitrat dan nitrit. Nitrogen juga berlaku dalam bentuk organik terlarut, seperti urea, asid amino dan peptida (Anuar & Abd. Rahim, 1994). Nitrogen dan fosforus adalah nutrien yang seringkali merupakan nutrien penghad bagi autotrof di dalam sistem air tawar dan air masin (Havens *et al.*, 2001). Nitrogen juga merupakan nutrien yang berkemungkinan menghadkan pertumbuhan fitoplankton di ekosistem lautan (Gowen & Stewart, 2005).



Terdapat pelbagai sumber nitrogen di Bumi. Hampir 97 peratus nitrogen wujud dalam bentuk gas nitrogen. Walaubagaimanapun, nitrogen tidak dapat digunakan oleh kebanyakan organisma kerana terdapat ikatan ganda tiga di antara dua molekul nitrogen, yang menjadikan molekul ini bersifat lengai. Proses luluhawa akan membebaskan ion-ion ini secara perlahan-lahan. Bagaimanapun, proses ini tidak banyak menyumbang kepada jumlah nitrogen secara signifikan disebabkan oleh kuantiti yang kecil dan proses yang lambat. Oleh itu, nitrogen seringkali berperanan sebagai faktor penghad bagi pertumbuhan dan penghasilan biojisim dalam persekitaran yang mempunyai iklim dan air yang mencukupi untuk menampung kehidupan (Knox, 2001).

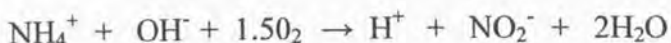
Nitrogen juga merupakan elemen yang cukup penting disebabkan tindakbalas biologi hanya akan berjalan dengan adanya nitrogen yang cukup. Jika dilihat dari sudut kejuruteraan kesihatan awam, nitrogen wujud dalam empat bentuk penting (Tebbutt, 1992):

- a. Nitrogen organik – nitrogen dalam bentuk protein, asid amino dan urea.
- b. Nitrogen ammonia – nitrogen sebagai garam ammonium seperti $(\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3$ atau ammonia bebas.
- c. Nitrogen nitrit – takat pengoksidaan pertengahan dan selalunya tidak wujud dalam kuantiti yang banyak.
- d. Nitrogen nitrat – hasil pengoksidaan terakhir nitrogen.



Tindakbalas menghasilkan nitrat adalah seperti berikut:

- a. Persamaan ammonia kepada nitrit oleh Nitrosomonas.



- b. Pertukaran nitrit kepada nitrat oleh bakteria Nitrobakter.



(Mazlin *et al.*, 1994)

Kepekatan nitrogen terlarut yang paling tinggi yang berlaku di lautan adalah daripada nitrat. Nitrat biasanya ialah bentuk nitrogen yang paling banyak di perairan eutrofik. Pengaliratan dan kegeloraan yang disebabkan oleh ribut membawa nitrat ke zon eufotik. Nitrit pada umumnya merupakan bentuk yang jarang-jarang diperolehi daripada yang lain dan bertindak sama seperti nitrat dalam pengambilan nutrien fitoplankton. Dalam keadaan tertentu, ammonia boleh melebihi nitrat dalam kelimpahannya (Anuar & Abd. Rahim, 1994).

Ammonia biasanya merupakan bentuk nitrogen yang diutamakan kerana ammonia boleh digunakan secara langsung untuk penghasilan atau sintesis asid amino tanpa pertukaran dalam keadaan pengoksidaan. Beberapa fitoplankton – euglenid tertentu, kriptomonad dan alga hijau – memerlukan nitrogen terturun (ammonia, asid amino) untuk pertumbuhan. Nitrat dan nitrit mesti diturunkan oleh enzim nitrat reduktase dan nitrit reduktase, menyebabkan ammonia menggunakan proses yang digemari dari segi kinetik (Boaden & Seed, 1996).



RUJUKAN

- Anuar Hassan & Abdul Rahim Ibrahim (ptrj.). 1994. *Ekologi Samudera*. Percetakan Dewan Bahasa dan Pustaka, Hulu Kelang.
- Biao, X., Zhuhong, D. & Xiaorong, W. 2004. Impact of the intensive shrimp farming on the quality of the adjacent coastal creeks from Eastern China. *Marine Pollution Bulletin* **48**, ms. 543-553.
- Blomqvist, P., 2001. Phytoplankton Responses to Biomanipulated Grazing Pressure and Nutrient Additions – Enclosure Studies in Unlimed and Limed Lake Njupfatet, Central Sweden. *Environmental Pollution* **111**, ms. 333-348.
- Boaden, P. J. S. & Seed, R. 1996. *An Introduction to Coastal Ecology*. Blackie Academic & Professionals, London.
- Botkin, D. B. & Keller, E. A. 2003. *Environmental Science: Earth as a Living Planet*. Ed. Ke-4. John Wiley & Sons, Amerika Syarikat.
- Christian, G. D. 1994. *Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons Inc., United States.
- Domingues, R. B., Barbosa, A. & Galvão, H. 2005. Nutrients, Light and Phytoplankton Succession in a Temperate Estuary (the Guadiana, South-Western Iberia). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **64**, ms. 249-260.
- Flynn, K. J. 2005. Modelling Marine Phytoplankton Growth under Eutrophic Conditions. *Journal of Sea Research* **54**, ms. 92-103.
- Gore, P. J. W. 2005. *Salinity*. <http://gpc.edu/~pgore/Earth&Space/GPS/Salinity.html>. 16 Mac 2007.



- Gowen, R. J. & Stewart, B. M. 2005. The Irish Sea: Nutrient Status and Phytoplankton. *Journal of Sea Research* **54**, ms. 36-50.
- Hauxwell, J., Jacoby, C., Frazer, T. K. & Stevely, J. 2001. *Nutrients and Florida's Coastal Waters: The Links Between People, Increased Nutrients, and Changes to Coastal Aquatic Systems*. NOAA dan University of Florida, Florida.
- Havens, K. E., Hauxwell, J., Tyler, A. C., Thomas, S., McGlathery, K. J., Cebrian, J., Valiela, I., Steinman, A. D. & Hwang, S. J. 2001. Complex Interactions Between Autotrophs in Shallow Marine and Freshwater Ecosystems: Implications for Community Responses to Nutrient Stress. *Environmental Pollution* **113**, ms. 95-107.
- Herring, D. 2006. *What Are Phytoplankton?*
<http://eobglossary.gsfc.nasa.gov/Library/Phytoplankton/index.html>. 14 Ogos 2006.
- Jhingran, A. G. 1995. *Culture-based Fisheries in Inland Water Bodies*. Report on a Regional Study and Workshop on the Environmental Assessment and Management of Aquaculture Development, April 1995, Bangkok, Thailand.
- Knox, G. A. 2001. *The Ecology of Seashore*. CRC Press, United States.
- Laevastu, T. 1993. *Marine Climate, Weather and Fisheries: The Effects of Weather and Climatic Changes on Fisheries and Ocean Resources*. Fishing News Books, Great Britain.
- Laws, E. A. 1980. *Aquatic Pollution: An Introductory Text*. Ed. Ke-2. John Wiley & Sons, New York.



- Livingston, R. J. 2001. *Eutrophication Processes in Coastal Systems: Origin and Succession of Plankton Blooms and Effects on Secondary Production in Gulf Coast Estuaries*. CRC Press, Florida.
- Lory, J. & Cromley, S. 2006. *Nutrients and Water Quality for Lakes and Streams*. MU Extension, University of Missouri-Columbia, Missouri.
- Mohammad, A. B. 1992. *Ekologi Air Tawar*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Mamta, T. 1999. *Quality Assessment of Water and Wastewater*. Lewis Publishers, London.
- Mazlin Mokhtar, Mohd Talib Latiff & Lee, Y. H. 1994. *Siri Pengajian dan Pendidikan Utusan: Kimia Air*. Utusan Publications, Bangi.
- O' Farrell, I., Lombardo, R. J., de Tezanos Pinto, P. & Loez, C. 2002. The Assessment of Water Quality in the Lower Luján River (Buenos Aires, Argentina): Phytoplankton and Algal Bioassays. *Environmental Pollution* **120**, ms. 207-218.
- Ragothaman, G. & Trivedy, R. K. 2002. *Aquatic Ecology*. Agrobios, India.
- Riley, J. P. & Chester, R. 1971. *Introduction to Marine Chemistry*. Academic Press, London.
- Rosiyah Abd. Latif (ptrj.). 1990. *Alga*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Seroka, G., 1994. The Relationship between Dissolved Oxygen, Nitrate, and Phosphate Concentrations and Chlorophyll a Concentrations in the Rhode River, a Sub-Estuary of the Chesapeake Bay. Thomas Jefferson High School for Science and Technology (Tidak diterbitkan).



- Sinden-Hempstead, M. & Killingbeck, K. T. 1996. Influences of water depth and substrate nitrogen on leaf surface and maximum bed extension in *Nymphae odorata*. *Aquatic Botany* **53**, ms. 151-162.
- Swenson, H. 2004. Why is the Salt Salty? http://www.palomar.edu/oceanography/salty_ocean.htm
- Tebbutt, T. 1992. *Principles of Water Quality Control*. Ed. Ke-4. University of Birmingham, Great Britain.
- Thurman, H. V., 1997. *Introductory Oceanography*. New Jersey, USA: Prentice Hall College.
- Tokrisna, R. 1995. *Economic of Planning for Multiple Coastal and Marine Resources*. Report on a Regional Study and Workshop on the Environmental Assessment and Management of Aquaculture Development, April 1995, Bangkok, Thailand.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2006. *Monitoring and Assessing Water Quality*. <http://www.epa.gov/volunteer/stream/vms56.html> 23 Julai 2006.
- Valderrama, J. C. 1995. Methods of Nutrients Analysis. Dlm: Hellegraeff, G. M., Anderson, D. M. dan Lembelal, A. D. (pnvt.) *Manual on Harmful Marin Microalgae, IOC Manuals and Guides No. 33*. UNESCO, 1995.
- Vuorio, K., Lagus, A., Lehtimaki, J. M., Suomela, J. & Helminen, H. 2005. Phytoplankton Community Responses to Nutrient and Iron Enrichment Under Different Nitrogen to Phosphorus Ratios in the Northern Baltic Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **322**, ms. 39-52.
- Zubir Din. 1989. *Oseanografi*. Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.

