

400005547



**KAJIAN KUALITI AIR (FIZIKAL DAN KIMIA) SEBELUM DAN SELEPAS
MELALUI PROSES 'DYANASAND FILTER' DI INSTITUT PENYELIDIKAN
MARIN BORNEO**

MOHD AZHAR ZAKI BIN NORHARIMI

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

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**PROGRAM SAINS MARIN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
KOTA KINABALU**

2004

PERPUSTAKAAN UMS



1400005547



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: Kajian kualiti air (Fisikal dan kimia) sebelum dan selepas melalui proses 'Dyana sand filter' di Institut Penyelidikan Marin Borneo

Ijazah: _____

SESI PENGAJIAN: 2003/2004

Saya MCHD AZHAR IAKI BIN KOR HARIMI
(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

hu
(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: _____

Nama Penyelea

Tarikh: _____

Tarikh: _____

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

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

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



PENGAKUAN

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

12 Mac 2004

MOHD AZHAR ZAKI NORHARIMI

HS2000/2576



PENGESAHAN

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

(EN. ABENTIN ESTIM)

2. PEMERIKSA 1

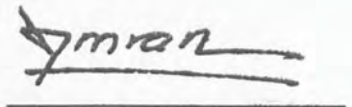
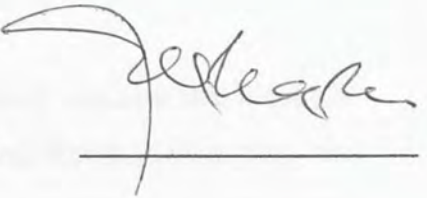
(CIK. FARRAH ANIS FAZLIATUL ADNAN)

3. PEMERIKSA 2

(PROF. MADYA DR. MOHD. HARUN ABDULLAH)

4. DEKAN

(PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED)



PENGHARGAAN

“Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Penyayang”

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Illahi kerana dengan limpah keberkatan dan rahmatnya, kajian ini dapat disiapkan.

Setinggi-tinggi penghargaan saya ucapkan kepada penyelia saya, Encik Abentin Estim di atas segala bimbingan dan tunjuk ajar yang telah diberikan sepanjang kajian ini dijalankan. Terima kasih juga saya ucapkan kepada semua pensyarah Institut Penyelidikan Marin Borneo di atas segala bantuan dan sokongan mereka. Tidak lupa juga kepada pembantu makmal Encik Joy, Encik Duasin, Encik Mail dan yang lain-lain, yang banyak membantu di dalam segala urusan semasa tempoh kajian ini.

Kepada rakan-rakan seperjuangan yang banyak memberi pendapat dan menunjuk ajar serta sokongan moral untuk menyiapkan kajian ini. Kepada sesiapa sahaja yang turut terlibat di dalam proses penyiapan kajian ini samada secara langsung atau tidak, jutaan terima kasih saya ucapkan.

Akhir sekali ucapan setinggi-tinggi penghargaan terima kasih dan sekalung budi kepada keluarga tersayang yang merupakan teras semangat untuk menyiapkan kajian ini dengan jayanya. Segala jasa baik anda akan dikenang seumur hidup saya.

MOHD AZHAR ZAKI NORHARIMI



ABSTRAK

Kajian kualiti air laut telah dilakukan di hatceri, Institut Penyelidikan Marin Borneo, Universiti Malaysia Sabah di dua stesen iaitu sebelum dan selepas melalui penapis *Dyanasand*. Nilai-nilai parameter yang dikaji ialah suhu, saliniti, pH, oksigen terlarut (DO), permintaan oksigen biokimia (BOD), jumlah pepejal terlarut (TDS), kekeruhan (TUR), nitrit dan fosfat. Pensampelan dilakukan dalam tempoh satu bulan, sebanyak tiga kali dalam bulan Disember 2003. Status kualiti air di kedua-dua stesen adalah mematuhi piawai am kualiti air yang disarankan oleh Jabatan Alam Sekitar, Malaysia. Keputusan perbandingan (T-test), ($P < 0.05$), menunjukkan terdapat perbezaan secara signifikan bagi nilai parameter saliniti, pH, oksigen terlarut (DO), permintaan oksigen biokimia (BOD), jumlah pepejal terlarut (TDS), kekeruhan (TUR) dan fosfat. Manakala parameter suhu dan nitrit tidak mempunyai perbezaan secara signifikan di antara dua stesen. Ujian korelasi menunjukkan terdapat perkaitan positif (saliniti dengan pH, saliniti dengan DO%, saliniti dengan TDS, pH dengan DO%, pH dengan BOD, pH dengan TDS, DO% dengan BOD, DO% dengan TDS dan TUR dengan fosfat) dan perkaitan negatif (TUR dengan saliniti, TUR dengan pH, TUR dengan DO%, TUR dengan BOD, TUR dengan TDS, fosfat dengan saliniti, fosfat dengan pH, fosfat dengan DO%, fosfat dengan BOD dan fosfat dengan TDS). Secara keseluruhannya, status kualiti air di kedua-dua stesen adalah sama.



ABSTRACT

Research on the quality of seawater has been done in the hatchery of Borneo Marine Research Institute, in Universiti Malaysia Sabah at two stations, before and after filtration through Dyanasand filter. Parameters that were sampled are temperature, salinity, pH, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), total dissolved solid (TDS), turbidity (TUR), nitrite and phosphate. The sampling with conducted three times in December 2003. Water quality at both stations follow the criteria of standard water quality by Environmental Department, Malaysia. The results (T-test), ($P < 0.05$), show significant difference in parameters salinity, pH, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), total dissolved solid (TDS), turbidity (TUR) and phosphate parameter. Temperature and Nitrite parameter did not show any significant difference between both stations. There was a positive correlation between salinity with pH, salinity with DO%, salinity with TDS, pH with DO%, pH with BOD, pH with TDS, DO% with BOD, DO% with TDS and TUR with phosphate and negative correlation between TUR with salinity, TUR with pH, TUR with DO%, TUR with BOD, TUR with TDS, phosphate with salinity, phosphate with pH, phosphate with DO%, phosphate with BOD and phosphate with TDS. Generally, the water quality status at both stations are the same and safe for aquatic life.



HALAMAN

Isi Kandungan	Muka Surat
TAJUK	i
PENGAKUAN PELAJAR	ii
PENGAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii-x
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xiv
SENARAI PERSAMAAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-6
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	5
1.3 Jangkaan Keputusan	5



BAB 2	ULASAN PERPUSTAKAAN	7-21
2.1	Pengenalan	7
2.2	Nutrien Yang Dikaji	8
	2.2.1 Nitrit	8
	2.2.2 Fosforus	9
2.3	Parameter Fizikal Dan Kimia	11
	2.3.1 Suhu	12
	2.3.2 Jumlah Pepejal Terlarut (TDS)	13
	2.3.3 Kekeruhan	14
	2.3.4 Saliniti	14
	2.3.5 pH	15
	2.3.6 Oksigen Terlarut	17
	2.2.7 Permintaan Oksigen Biokimia	19
BAB 3	METODOLOGI	22-30
3.1	Lokasi Kajian	22
3.2	Kaedah Pensampelan	23
3.3	Penyediaan Larutan Reagen	24
3.4	Penyediaan Larutan Piawai	24
3.5	Kaedah Analisis Nutrien	25
	3.5.1 Analisis Nitrit ($\text{NO}_3 - \text{N}$)	25
	3.5.2 Analisis Fosfat ($\text{PO}_4 - \text{P}$)	26
3.6	Analisis Permintaan Oksigen Biokimia	26
3.7	Kaedah Pengiraan Peratusan Kekeruhan	28
3.8	Kaedah Analisis Data	28
	3.8.1 Ujian T-test	28
	3.8.1.1 Kumpulan Yang Tak Bercampur	29



3.8.1.2 Andaian di Dalam Ujian	29
3.7.2 Korelasi	30
BAB 4 KEPUTUSAN	31-46
4.1 Status Kualiti Air Sebelum Dan Selepas Proses Penapisan Dan Perbandingan Parameter-Parameter Berdasarkan Dua Stesen Yang Dikaji	31
4.1.1 Suhu	33
4.1.2 Saliniti	34
4.1.3 pH	35
4.1.4 Oksigen Terlarut	36
4.1.5 Permintaan Oksigen Biokimia	37
4.1.6 Jumlah Pepejal Terlarut	38
4.1.7 Kekeruhan	39
4.1.8 Nitrit	40
4.1.9 Fosfat	41
4.2 Korelasi Di antara Semua Parameter Yang Dikaji	42
BAB 5 PERBINCANGAN	47-53
5.1 Status Kualiti Air Sebelum Dan Selepas Penapisan	47
5.2 Perbandingan Parameter-Parameter Berdasarkan Dua Stesen Yang Dikaji	51
5.3 Hasil Ujian Korelasi Bagi Setiap Parameter	52



BAB 6	KESIMPULAN	54
RUJUKAN		55-59
LAMPIRAN		60-77



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat	
2.1	Perkadaran kelarutan oksigen dengan suhu air	18
2.2	Pengkelasan kualiti air berdasarkan kepada nilai BOD	20
2.3	Piawaian kualiti air yang dicadangkan untuk akuakultur di Malaysia	20
3.1	Senarai radas, bahan dan pengkaedahan analisis nitrit ($\text{NO}_2 - \text{N}$)	25
3.2	Senarai radas, bahan dan pengkaedahan analisis fosfat ($\text{PO}_2 - \text{P}$)	26
3.3	Senarai radas, bahan dan pengkaedahan analisis BOD	27
4.1	Nilai purata dan julat bacaan parameter kajian di dua stesen	32



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
4.1 Perbandingan nilai min suhu di antara stesen	33
4.2 Perbandingan nilai min saliniti di antara dua stesen	34
4.3 Perbandingan nilai min pH di antara dua stesen	35
4.4 Perbandingan nilai min oksigen terlarut di antara dua stesen	36
4.5 Perbandingan nilai min permintaan oksigen biokimia di antara dua stesen	37
4.6 Perbandingan nilai min jumlah pepejal terlarut di antara dua stesen	38
4.7 Perbandingan nilai min kekeruhan di antara dua stesen	39
4.8 Perbandingan nilai min nitrit di antara dua stesen	40
4.9 Perbandingan nilai min fosfat di antara dua stesen	41



SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	Muka Surat
A Penyediaan larutan reagen	60
B Penyediaan larutan permintaan oksigen biokimia	61
C Hasil data mentah	62-65
D Penyediaan larutan piawai	66
E Graf piawai	67
F Indeks piawaian interim marin	68-69
G Senarai foto	70-73
H Analisis diskriptif	74
I Analisis ujian T	75-76
J Analisis korelasi	77



SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

°C	- Darjah Celsius
M	- Meter
Km	- Kilometer
Cm	- Sentimeter
Kg	- Kilogram
Mg/l	- Miligram per liter
NTU	- Unit Kekeruhan Nefelometrik
SPSS	- Statistic Package For Science Social
APHA	- American public Health Association
DO	- Oksigen Terlarut
%	- Peratus
‰	- Perseribu
<	- Lebih besar
>	- Lebih kecil
ppt	- Part per thousand
TDS	- Jumlah pepejal terlarut
BOD	- Permintaan oksigen biokimia



SENARAI PERSAMAAN

No. Persamaan		Muka Surat
2.1	Penghasilan nitrit	8
2.2	Penghasilan pengoksidaan akhir sebatian nitrogen	9
2.3	Perkadaran jumlah pepejal terlarut dengan kekonduksian	13
2.4	Hubungan piawai antara kemasinan dengan kloroniti	15
2.5	Persamaan ion air	15
2.6	Persamaan penghasilan gas karbon dioksida, air dan tenaga	18
3.1	Persamaan garis lurus	24
3.2	Persamaan pengiraan peratusan kekeruhan	28
5.1	Pengiraan peratusan kekeruhan	50



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Air adalah satu anugerah tuhan yang mempunyai pelbagai kegunaan dan faedah kepada segala jenis hidupan di muka bumi. Terdapat pelbagai jenis air, iaitu air laut, sungai, perigi dan sebagainya. Setiap kumpulan air tersebut mempunyai identiti tersendiri dan ciri-ciri yang berbeza di antara satu sama lain. Oleh yang demikian, hidupan yang terdapat di dalam kumpulan air tersebut, mempunyai ciri-ciri yang berbeza dan beridentiti tersendiri.

Akuakultur adalah satu proses pembiakan hidupan akuatik yang banyak dilakukan di seluruh dunia, samada secara komersial atau kecil-kecilan. Ianya biasa dibina di kawasan perairan yang di diami oleh manusia, yang mana perairan tersebut sedikit sebanyak telah dipengaruhi oleh aktiviti-aktiviti manusia di sekitarnya. Status kualiti air yang digunakan untuk proses pengkulturan perlu dikenalpasti samada kolum air tersebut sesuai dengan hidupan akuatik yang dikulturkan atau tidak. Akuakultur boleh didefinisikan sebagai penternakan haiwan dan tumbuhan akuatik untuk kegunaan



manusia di mana meliputi seni, sains dan perniagaan mengenai pengkulturan (Saleem & Ridzwan, 2000). Marikultur pula bermaksud penternakan organisma marin di laut lepas samada dalam kolum air atau sepanjang dasar laut (Chua, 1997).

Industri pengkulturan ikan di Malaysia berkembang dengan pesat pada masa sekarang, ini kerana sumber perikanan laut dalam yang semakin berkurangan dan memerlukan pembaharuan dari segi teknologi untuk memantau sumber perikanan tersebut. Industri pengkulturan ikan yang terdapat di Malaysia bukan sahaja ikan laut, malah pengkulturan ikan air tawar juga giat dijalankan. Teknologi pengkulturan ikan adalah berkait rapat dengan sistem pengaliran dan status kualiti air yang digunakan serta sumber makanan merupakan satu teknologi yang penting yang dapat menambah keberkesanan tumbesaran ikan.

Status sumber kualiti air yang digunakan untuk proses pengkulturan ikan adalah amat penting untuk memastikan ianya sesuai dengan hidupan akuatik tersebut. Oleh yang demikian sumber air yang diperolehi mestilah berada di bawah aras piawai yang ditetapkan oleh pihak yang bertanggungjawab. Walaupun diketahui status kualiti air di persekitaran berada dalam keadaan baik, proses penapisan perlu untuk memantau status kualiti air tersebut.

Penapis *Dyanasand* merupakan satu alat penapis yang digunakan untuk memantau status kualiti air yang diperolehi dari sumber air yang diketahui status kekualitiannya. Penapis *Dyanasand* adalah suatu alat yang digunakan untuk memisahkan



partikel-partikel yang terdapat di dalam kolum air. Kaedah pemisahan partikel-partikel tersebut adalah dengan menggunakan bahan pasir, karbon pengaktifan, zeolite dan sebagainya (Saleem & Ridzwan, 2000). Semasa karbon pengaktifan melarutkan bahan-bahan organik, klorin dan ozon, zeolite akan menyerap ion ammonia. Penapis pasir ini juga bertindak sebagai *biofilter*, yang mana segala hidupan akuatik bersaiz mikro yang terkandung di dalam kolum air diperangkap oleh penapis ini. Oleh yang demikian ia berkemampuan untuk melakukan proses penapisan terhadap ion-ion dan bahan-bahan organik serta hidupan mikro secara serentak. Penapis ini tidak berkesan terhadap kolum air yang mengandungi kandungan buangan organik yang tinggi, kerana terdapatnya pertumbuhan bakteria pada butiran pasir dan menyebabkan mereka melekat bersama-sama (Saleem & Ridzwan, 2000). Lampiran G, menunjukkan gambarajah dan susunan di dalam penapis *Dyanasand*.

Penumpuan pemprosesan penapis *Dyanasand* adalah merujuk kepada parameter kekeruhan (TUR). Segala kelodak dan partikel terampai disingkirkan dan perolehan status kualiti air yang dikehendaki untuk kegunaan hidupan akuatik diperolehi di stesen 2 (Lampiran G). Status kualiti air yang tercemar menurut Akta Kualiti Alam Sekeliling, 1974 (Akta 127) seperti yang dipinda iaitu Akta A 636 adalah “Apa-apa perubahan langsung atau tidak langsung kepada sifat-sifat fizikal, haba, kimia, biologi atau radioaktif mana-mana bahan alam sekeliling dengan melepaskan, mengeluarkan bahan buangan hingga menjejaskan apa-apa kegunaan yang berfaedah, menyebabkan suatu keadaan yang merbahaya atau mungkin merbahaya kepada kesihatan, keselamatan atau kebajikan awam, atau kepada binatang, burung, hidupan liar, ikan akuatik atau kepada



tumbuhan atau menyebabkan suatu pelanggaran terhadap apa-apa syarat, had atau sekatan yang dikenakan ke atas sesuatu lesen yang dikeluarkan di bawah akta ini”.

Parameter-parameter yang terlibat di dalam proses penentuan status kualiti air yang dijalankan dalam kajian ini adalah seperti parameter fizikal dan kimia iaitu suhu, saliniti, pH, jumlah pepejal terlarut (TDS), kekeruhan (TUR), permintaan oksigen biokimia (BOD) dan oksigen terlarut (DO) serta kepekatan nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dan fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$). Parameter-parameter ini terlibat secara langsung dalam proses menentukan status kualiti air yang digunakan. Nilai parameter-parameter ini dapat memberikan petunjuk-petunjuk yang digariskan oleh Jabatan Alam Sekitar di dalam Indeks Piawai Interim Marin (Lampiran F) yang berfungsi sebagai penentuan kualiti sesuatu perairan tersebut.

Hasil daripada bacaan parameter-parameter tersebut, dapat memantau status kualiti air yang digunakan untuk proses akuakultur yang sedang dijalankan. Selain itu dapat mengetahui berapa kecekapan dan keberkesanan alat penapis *Dyanasand* terhadap penggunaannya di dalam penghasilan air yang berkualiti dan sesuai untuk digunakan oleh hidupan akuatik. Oleh yang demikian hasil kajian kualiti air ini dari segi parameter fizikal dan kimia serta nutrien dapat memberikan sumbangan terhadap bacaan status kualiti air yang digunakan oleh hatceri dan akuarium bersaliniti di Institut Penyelidikan Marin Borneo.



1.2 Objektif kajian

- a) Mengetahui status kualiti air yang dikaji di kedua-dua stesen. (suhu, saliniti, pH, jumlah pepejal terlarut (TDS), kekeruhan (TUR), permintaan oksigen biokimia (BOD), oksigen terlarut (DO), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dan fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$)).
- b) Membandingkan status parameter (suhu, saliniti, pH, jumlah pepejal terlarut (TDS), kekeruhan (TUR), permintaan oksigen biokimia (BOD), oksigen terlarut (DO), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dan fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$)) di antara dua stesen.
- c) Mengetahui korelasi di antara semua parameter yang dikaji.

1.3 Jangkaan keputusan

- a) H_0 : Status kualiti air (suhu, saliniti, pH, jumlah pepejal terlarut (TDS), kekeruhan (TUR), permintaan oksigen biokimia (BOD), oksigen terlarut (DO), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dan fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$)) sebelum dan selepas proses penapisan adalah rendah.

H_a : Status kualiti air (suhu, saliniti, pH, jumlah pepejal terlarut (TDS), kekeruhan (TUR), permintaan oksigen biokimia (BOD), oksigen terlarut (DO), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dan fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$)) sebelum dan selepas proses penapisan adalah tinggi.



b) H_0 : Tiada perbezaan status parameter (suhu, saliniti, pH, jumlah pepejal terlarut (TDS), kekeruhan (TUR), permintaan oksigen biokimia (BOD), oksigen terlarut (DO), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dan fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$)) di antara sebelum dan selepas proses penapisan.

H_a : Terdapat perbezaan status parameter (suhu, saliniti, pH, jumlah pepejal terlarut (TDS), kekeruhan (TUR), permintaan oksigen biokimia (BOD), oksigen terlarut (DO), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dan fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$)) di antara sebelum dan selepas proses penapisan.

c) H_0 : Tiada korelasi di antara semua parameter.

H_a : Mempunyai korelasi di antara semua parameter.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Pengenalan

Kualiti air merupakan salah satu bidang kajian yang penting di dalam bidang sains. Ini kerana air adalah unsur penting di dalam sesuatu hidupan yang mana ianya terlibat dalam pelbagai aspek kehidupan, samada secara langsung atau tidak langsung. Air yang bersih atau hilang dari segala gangguan unsur cemar adalah yang boleh dipakai oleh semua hidupan. Oleh yang demikian unsur-unsur yang terdapat di dalam molekul air dan unsur-unsur yang boleh mempengaruhinya perlu diselidik untuk memastikan ia bebas daripada unsur beracun yang boleh membawa kemudaratan kepada seluruh penggunanya.

Kriteria biologi air kebanyakannya dipengaruhi oleh flora dan fauna yang ada di persekitaran. Organisma yang mempunyai pengaruh kuat dalam kualiti sesuatu sumber air ialah alga mikroskopik, atau disebut sebagai fitoplankton dan bakteria (Boyd, 2000). Walaubagaimanapun kriteria biologi juga banyak bergantung kepada keadaan fizikal dan kimia persekitarannya. Kandungan bahan kimia dan kepekatan air di perairan tersebut juga dapat mempengaruhi kitaran atau keadaan sesuatu aliran rantaian makanan yang berhubung rapat dengan proses tumbesaran organisma.



2.2 Nutrien yang dikaji

Lawrence (1995) menyatakan nutrien adalah unsur-unsur yang diperlukan oleh organisma sebagai makanan dan dapat dibahagikan kepada dua kumpulan iaitu makronutrien (unsur yang diperlukan dalam jumlah yang banyak) dan mikronutrien (unsur yang diperlukan dalam jumlah yang sedikit). Manakala definisi nutrien yang dinyatakan oleh Baretta-Bekker et al. (1992) dan Kennish (1994) adalah lebih sesuai digunakan iaitu “nutrien adalah unsur-unsur yang diperlukan oleh tumbuhan atau fitoplankton samada dalam bentuk bahan-bahan bukan organik terlarut (seperti nitrat dan fosfat) atau sebatian organik kompleks seperti vitamin”.

2.2.1 Nitrit

Tebbutt (1988) menyatakan bahawa nitrogen wujud dalam 4 bentuk iaitu nitrogen organik (N.org), Nitrogen ammonia (N-NH₃), Nitrogen nitrit (NO₂-N) dan Nitrogen nitrat (NO₃-N). Nitrogen organik adalah dalam bentuk protein, asid amino dan urea. Nitrogen nitrit wujud dalam kuantiti yang sedikit. *Nitrosomonas* terlibat di dalam penghasilan nitrit ditunjukkan oleh persamaan 2.1 (Manahan, 1994).



Manakala nitrogen nitrat merupakan hasil pengoksidaan akhir sebatian nitrogen (proses nitrifikasi) dan ini ditunjukkan oleh persamaan 2.2, (Manahan, 1994)



RUJUKAN

Ahmad Ismail & Ahmad badri Mohamad. 1992. *Ekologi Air Tawar*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

Aquatic Eco-Systems, Inc., 1767 Benbow Court, Apopka, Florida 32703, USA

Baretta-Bekker, J.G., Durrsma, E.K, dan Kuipers, B.R., 1992. *Encyclopedia of Marine Sciences*. Springer-Verlag. New York.

Bartram, J. dan Balance, R., 1996. *Water Quality Monitoring: A Practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes*. E & FN Spn., London.

Baumgartner, D. J. 1998. Surface Water Pollution Dlm. Peper I. L. (pnyt). *Pollution Science*. San Diego: Academic Press. Hlm 191-197.

Boyd, C. E., 2000. *Water Quality An Introduction*. Kluwer Academic Publishers, USA.

Calmano, W., Hong J., & Forstner, U. 1993. Binding & Mobilization of Heavy Metals in Sediment. Dlm. Calmano, W., Roeters, P. & Vellinya, T. (pnyt) Contaminated Sediment: *Water Science & Technology*. Vol 37 (6-7):270



- Chua, T. E., 1997. Sustainable Aquaculture and Integrated Coastal Management. Dlm:
Bardach, J. E. (pnyt.) *Sustainable Aquaculture*. John Wiley & Sons Inc., USA.
- Cristensen, E.R. 1998. Metals, Acid Volatili Sulfides, Organics & Particle distributions
of Contaminated Sediments. *Water Science Technology Vol 37 (6-7) : 149-156*.
- Davis. R.A., Jr. Terjemahan Patimah Ismail & Mohd. Nasir Saadon. 1991. *Prinsip-prinsip Oseanografi. –edisi kedua*. Universiti Pertanian Malaysia.
- Fardiaz, S., 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta, Indonesia.
- Jackson, G. B., 1993. *Applied Water and Spent Water Chemistry: A Laboratory Manual*.
Van Nostrand Reinhold, New York.
- Khalsa, Manjit Kaur. 1987. *Pemantauan Garis Dasar Kualiti Air Teluk Brunei, Sabah*.
Tesis Sm. Sn. Sabah: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Kennish, M.J., 1994. *Pratikal Handbook of Marine Science*. Ed. Ke-2. CRC Press, Inc.,
USA.
- Lamb, J. C., 1985. *Water Quality and Its Control*. John Wiley & Sons.



- Laporan Kualiti Alam Sekeliling, 1974. Jabatan Alam Sekitar, Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar, Kuala Lumpur.
- Lawrence, E., 1995. *Henderson's Dictionary of Biological terms*. Ed. Ke-11. Longman Singapore, 683.
- Levinton. J.S., Terjemahan Anuar Hassan & ABD Rahim Ibrahim. 1994. *Ekologi Samudera*. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Liong, P. C., 1984. Water Quality Standards For Aquaculture in Malaysia. *Risalah Perikanan bil. 20*. Jabatan Perikanan, Kementerian Pertanian Malaysia.
- Lund, H. F. 1971. *Industrial Pollution Control Handbook*. New York: Mc Graw-Hill Book Company. Hlm 4-33.
- Manahan, S. E., 1994. *Environmental Chemistry*. Ed. Ke-6. Lewis Publisher, Boca Raton.
- Mohd, S. A. dan Zaidatun, T., 2001. *Pengenalan Kepada Analisis Data Berkomputer: SPSS 10.0 for Windows*. Perpustakaan Negara Malaysia.
- Morley, B., 1980. *Developements In Water Treatment*. Applied Science Publishers Ltd. England.



- Noor Khizan b. Mad Saad. 1994. *Laporan Kajian Kebersihan Lembangan Sungai Kedah Untuk Loji pembersihan Air Bkt. Pinang & Pelubang*. Tidak diterbitkan.
- Peavy, H. S., Rowe. R. D. dan Tchobanoglous, G., 1985. *Environmental Engineering*. McGraw Hill Book Co., Singapore.
- Pickard. G.L. & Emery. W.J. Terjemahan Mohd. Nasir Saadon & Rosnan Yaakob. 1993. *Huraian Oseanografi Fizikal Suatu Pengenalan*. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Pomeroy, L. R., H. M. Mathews, dan H. S. Min 1963. Excretion of Phosphate and Soluble Organic Phosphorous Compounds by Zooplankton. *Limnol. Oceanogr.* 8:50-55.
- Riley, J.P. dan Chester, R., 1971. *Introduction to Marine Chemistry*. Academic Press, London.
- Rump, H. H. & Krist, H. 1988. *Laboratory Manual For The Examination of Water, Waste water & Soil. 2nd Edition*. UCH Publisher Inc. Weinheim.
- Saleem, M. & Ridzwan. A. R., 2000. *Sustainable Marine Aquaculture: Recent Developments with Special Reference to Southeast Asia*. Universiti Malaysia Sabah, Sabah.



Tait, R.V., 1972. *Elements of Marine Ecology: An Introductory Course*. London, Butterworth.

Tebbutt.T.H.Y. 1988. *Prinsip Pengawalan Kualiti Air*. Terjemahan Ruslan Hassan. Institut Teknologi Mara. Selangor Darul Ehsan.

Thomas, D. B., 1979. *Biology of Microorganisms*. Ed. Ke-3. Printice-Hall Inc., New York.

Vladimir Novofny & Harvey Olen. 1994. *Water Quality:Prevention, Identification & Management o Diffuse Pollution*. Von Nostrand Reinhold. New York.

Zubir, D., 1989. *Oseanografi*. Ed Awal. Universiti Sains Malaysia.

