

PENGAMBILAN NUTRIEN NITRAT(NO_3^-) DAN FOSFAT (PO_4^{3-}) OLEH *EICHORNIA CRASSIPES* DAN *TYPHA LATIFOLLIA*, DUA SPESIES MAKROFIT AKUATIK, DI LIKAS LAGUN

NURUL AINI BT KAMARUDDIN

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

PROGRAM BIOLOGI PEMULIHARAAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2006

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENGAMBILAN NUTRIEN NITRAT DAN POSFAT OLEHEICHDORNIA CRASSIPES DAN TYPHA LATIFOLIA, DUA SPESIES
MAKROFIT AKUATIK DI LUAS LAG...Ijazah: SARJANA MUDA BSAINS DENGAN KEPUSIAN
BIOLOGI PEMULIHARAANSESI PENGAJIAN: 2004 - 2007.Saya NURUL ANI BT KAMARUDDIN

(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 hak milik 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

PERPUSTAKAAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(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: 4, JLN FELCRA
JG. JAMBU BONG KOK 21610MARANG · TRG ·

PROF. DATUK DR. ANN ANTON

Nama Penyclia

Tarikh: 19/4/07Tarikh: 19/4/07

CATATAN: * Potong yang tidak berkeraan.

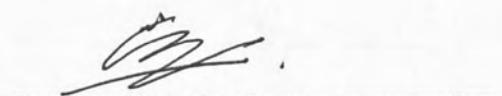
** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi
berkeraan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT
dan TERHAD.@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau
disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda
(LPSM).UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

19 MAC 2007

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH


NURUL AINI BT KAMARUDDIN

HS2004-2875

DIPERAKUKAN OLEH**Tandatangan****1. PENYELIA**

(Prof. Datin Dr. Ann Anton)

2. PEMERIKSA 1

(Dr. Nazirah Bt. Mustaffa)

3. PEMERIKSA 2

(En. Zulhazman Bin Hamzah)

4. DEKAN

(Supt/KS Prof. Madya Dr. Shariff A.K. Omang)

**UMS**
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Bersyukur ke hadrat ilahi kerana dengan izinNya dapat juga saya menyiapkan projek tahun akhir ini seperti mana yang telah ditetapkan oleh pihak Universiti Malaysia Sabah.

Disini saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Prof. Datin Ann Anton selaku penyelia yang telah banyak memberi kerjasama yang baik dan nasihat di sepanjang projek ini dijalankan. Tidak lupa juga kepada pembantu makmal En Jeffri dan kak Dorin, ahli Makmal Fikologi kak Zima, Adrian, Awang dan Andy serta semua yang telah terlibat dalam usaha menyiapkan projek ini.

Akhir sekali ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada ahli keluarga terutama ayah dan ibu serta adik-adik yang telah banyak memberi semangat dalam meneruskan perjuangan ini. Ucapan yang tidak terhingga juga kepada kawan-kawan seperjuangan, Darshen Singh, Fenner Bennard, Siew Yong, Lim, Noor Faiza, Siti Hafizah, Noor Azliza, Wan Safinah, Nor Hasliza dan Ibtihal yang telah banyak membantu menyiapkan projek ini. Terima kasih sekali lagi kepada kalian semua dan hanya Allah SWT sahaja dapat membalaasnya.

Nurul Aini Bt. Kamaruddin

(HS2004-2875).



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk mengkaji kandungan nutrien nitrat dan fosfat di dalam bahagian akar, batang, dan daun *Eichornnia crassipes* dan *Typha latifolia* di Likas Lagun, Kota Kinabalu. Enam stesen telah dipilih secara rawak untuk kedua-dua spesies tersebut. Sampel telah diambil sebanyak tiga kali. Sampel telah dihadamkan dengan menggunakan 100 ml asid sulfurik, 6 g serbuk asid salisilik dan lima titik hidrogen peroksida sebelum dianalisis dengan menggunakan kaedah penurunan kadmium bagi nitrat manakala fosfat dianalisis dengan menggunakan kaedah molybdenum biru (APHA, 1993). Pengukuran fizikal-kimia air hanya melibatkan suhu, pH, nitrat dan fosfat. Kedua-dua tumbuhan akuatik ini iaitu *E. crassipes* dan *T. latifolia* mengambil nutrien nitrat yang lebih tinggi berbanding dengan fosfat. Kandungan nitrat yang paling tinggi dalam *E. crassipes* adalah di stesen dua iaitu 16.07 mg l^{-1} manakala kandungan fosfat yang paling tinggi diambil ialah 7.28 mg l^{-1} juga di stesen dua. Bagi *T. latifolia* kandungan nitrat yang paling tinggi diambil ialah 14.68 mg l^{-1} manakala fosfat ialah 5.32 mg l^{-1} . Bahagian akar bagi kedua-dua spesies ini mengambil nutrien lebih tinggi berbanding dengan bahagian batang dan daun. Secara perbandingan kandungan nutrien nitrat lebih tinggi daripada fosfat di dalam kedua-dua makrofit akuatik.

ABSTRACT

NITRATE (NO_3^-) AND PHOSPHATE (PO_4^{3-}) NUTRIENT UPTAKE OF *EICHORNIA CRASSIPES* AND *TYPHA LATIFOLLIA*, TWO MACROPHYTE AQUATICS, AT LIKAS LAGOON.

This study was conducted to investigate the concentration of nitrate and phosphate in the root, stalk and leaves of *Eichornnia crassipes* and *Typha latifolia* at Likas Lagoon, Kota Kinabalu, Sabah. Samples were collected from six random stations. Plants sample were collected three times. Samples were digested with concentrated 100 ml sulphuric acid, 6 g salicylic acid powder, and five drops hydrogen peroxide and were analysed using the cadmium reduction method for nitrate and the molybdenum blue method for phosphate. The physical-chemical determination of pH, temperature, nitrate and phosphate were also carried out at the study area. Nitrate concentration is higher than phosphate for both of macrophyte aquatic *E. crassipes* and *T. latifolia*. The highest concentration of nitrate was detected in *E. crassipes* at station two with 16.0 mg l^{-1} while the highest phosphate concentration was 7.3 mg l^{-1} at station two. For *T. latifolia* the highest concentrations of nitrate was 14.7 mg l^{-1} while phosphate was 5.3 mg l^{-1} . The roots of both macrophyte was most effective in nutrient concentration compare to stalks and leaves. Comparatively, the nitrate concentration is higher than phosphate for both species of macrophyte aquatic.

KANDUNGAN

	Muka surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI FOTO	xiv
SENARAI SIMBOL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	3
1.3 Hipotesis	4
1.4 Skop Kajian	4
1.5 Justifikasi Kajian	5
BAB 2 KAJIAN KEPERPUSTAKAAN	7
2.1 Makrofit	7
2.2. Pengelasan Makrofit Berdasarkan Pelekatan Substrat	7
2.2.1 Makrofi Muncul.	8
2.2.2 Makrofit Terapung	8

2.2.3	<i>Eichornia crassipes</i>	9
2.2.4	<i>Typha latifolia</i>	9
2.2.5	Makrofit Tenggelam	10
2.3	Penyesuaian Makrofit Akuatik di Tasik	10
2.3.1	Penyesuaian morfologi dan fisiologi	11
2.4	Pengenalan Nutrien	12
2.4.1	Sebatian Nitrogen	13
2.4.1.1	Nitrat	13
2.4.2	Sebatian Fosforus	15
2.4.2.1	Fosfat	16
2.5	Pengambilan Nutrien Nitrat dan Fosfat oleh Makrofit	16
2.6	Penyerapan Bahan Pencemar Oleh Akar Makrofit	17
2.7.	Punca-Punca Antropogenik Kemasukkan Sebatian Nitrogen dan Fosforus Persekutaran	18
2.7.1	Larut Lesap Baja Yang Digunakan di Ladang	18
	Tumbuhan Pertanian	
2.7.2	Pembuangan Najis Haiwan Ternakan	18
2.7.3	Bahan Buangan Domestik Yang Memasuki Sistem Air	19
2.7.4	Atmosferik Nitrogen Dioksida	19
2.7.5	Hakisan Tanah	20
2.8.	Kesan Nutrien Terhadap Persekutaran	20
2.9	Fitoremediasi	21
2.9.1	Jenis Fitoremediasi	22
a.	Rhizofiltrasi	22
b.	Fitopenstabilan	22
c.	Rizodegradasi	22
d.	Fitodegradasi	23

2.9.2 Kajian-Kajian Lepas Terhadap Mekanisma Fitoremediasi	23
BAB 3 METODOLOGI	25
3.1 Lokasi dan Latar Belakang Kawasan Kajian	25
3.1.1 Likas Lagoon	25
3.2 Persampelan	27
3.2.1 Stesen Persampelan	27
3.2.2 Persampelan dan Penyediaan Sampel.	29
3.2.2.1 Persampelan air Tasik.	29
3.2.2.2 Persampelan Makrofit	29
3.3 Analisis Makrofit	31
3.3.1 Penghadaman Makrofit	32
3.3.2 Analisis Kandungan Nitrat dan Fosfat	33
3.3.3 Analisis Statistik	34
BAB 4 KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA	35
4.1 Pengenalan Keputusan	35
4.2 Keadaan fizikal-kimia air	36
4.2.1 Suhu	37
4.2.2 pH	37
4.2.3 Nitrat	37
4.2.4 Fosfat	38
4.3 Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam <i>Eichornia crassipes</i>	38
dan <i>Typha latifolia</i> .	
4.3.1 Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam	39
<i>Eichornnia crassipes</i>	
4.3.2 Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam <i>Typha latifolia</i> .	40
4.3.3 Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam bahagian	41
akar, batang dalam spesies <i>Eichornia Crassipes</i> .	

4.4.4 Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam bahagian akar, batang dalam spesies <i>Typha latifolia</i> .	44
BAB 5 PERBINCANGAN	47
5.1 Keadaan Fizikal Kimia	47
5.1.1 Suhu	47
5.1.2 pH	48
5.1.3 Nitrat	48
5.1.4 Fosfat	48
5.2 Kandungan Nutrien Nitrat dan Fosfat dalam Makrofit.	49
5.2.1 Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam <i>Makrofit</i> <i>Eichornnia crassipes</i> dan <i>Typha latifolia</i> .	49
5.2.2 Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam Akar, Batang dan Daun dalam Spesies <i>Eichornnia crassipes</i> dan <i>Typha latifolia</i> .	52
BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN	56
RUJUKAN	58
LAMPIRAN	62



SENARAI JADUAL

No Jadual	Muka surat
4.1(a) Bacaan purata analisis parameter fizikal-kimia air di stesen kajian satu, dua dan tiga	36
4.1(b) Bacaan purata analisis parameter fizikal-kimia air di stesen kajian empat, lima dan enam kajian	36
4.2(a) Keputusan Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam <i>E. crassipes</i>	62
4.2(b) Keputusan Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam <i>T. latifolia</i>	63
4.2(c) Keputusan Kandungan Nitrat dalam akar, batang dan daun <i>E. crassipes</i>	64
4.2(d) Keputusan Kandungan Nitrat(mg l^{-1}) dalam akar, batang dan daun <i>T. latifolia</i> .	65
4.2(e) Keputusan Kandungan Fosfat dalam akar, batang dan daun <i>E. crassipes</i>	66
4.2(f) Keputusan Kandungan Fosfat dalam akar, batang dan daun <i>T. latifolia</i>	66
4.3(a) Purata Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam <i>E. Crassipes</i>	67

4.3(b)	Purata Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam <i>T. latifolia</i>	68
4.3(c)	Purata Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam Bahagian <i>E. crassipes</i>	69
4.3(d)	Purata Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam Bahagian <i>T. latifolia</i>	70
4.4(a)	Keputusan Statistik Ujian t- Berpasangan Hipotesis Satu dan Dua	71
4.4(b)	Keputusan Statistik Khi Kuasa Dua Hipotesis Tiga dan Empat	72



SENARAI RAJAH

No Rajah	Muka Surat
3.1 Lokasi Likas Lagoon dan Perumahan Likas	26
3.2 Lokasi stesen persampelan di Likas Lagoon	28
4.1 Perbezaan nitrat dan fosfat (mg l^{-1}) dalam <i>E. crassipes</i>	39
4.2 Perbezaan nitrat dan fosfat mg l^{-1} dalam <i>T. latifolia</i> .	40
4.3 Perbezaan nitrat dalam bahagian spesies <i>E. Crassipes</i>	41
4.4 Perbezaan fosfat (mg l^{-1}) dalam bahagian spesies <i>E. crassipes</i>	42
4.5 Perbezaan kandungan nitrat (mg l^{-1}) dalam bahagian spesies <i>T. latifolia</i> .	44
4.6 Perbezaan fosfat (mg l^{-1}) dalam Bahagian <i>T. Latifolia</i>	45

SENARAI FOTO

No.Foto	Muka Surat
3.1 Sampel <i>Typha latifolia</i> di stesen empat	30
3.2 Sampel <i>Eichornia crassipes</i> di stesen dua	31
3.3 Sampel akar, daun dan batang bagi spesies <i>Typha latifolia</i>	32

SENARAI SIMBOL

NO_{3^-}	Nitrat
PO_{4^-}	Fosfat
cm	sentimeter
m	meter
ml	mililiter
mgl	miligram per liter
kg	kilogram
g	gram
N/ha	Net per hektar
m^2	meter per segi
$^\circ\text{C}$	darjah celcius
μm	mikrometer
μs	mikrosentimeter

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Kekayaan nutrien nitrat dan fosfat secara berlebihan dalam sesebuah badan air tawar, dikelaskan kepada pencemaran bukan organik. Pencemaran ini berlaku akibat pengaliran terus air kumbahan yang mengandungi bahan bukan organik yang terdapat di dalam sesebuah badan air.

Fosfat yang terdapat di dalam air permukaan berasal daripada bahan buangan kumbahan yang mengandungi detergen sintetik yang berasaskan fosfat atau bahan buangan pertanian termasuk, air larian daripada baja bukan organik dan bahan buangan industri (Gurmet Singh *et al.*, 1994).

Manakala kepekatan nitrat yang tinggi di dalam air permukaan dan air di bawah tanah juga disebabkan oleh aktiviti bercucuk tanam yang berlebihan dan peningkatan baja

bernitrogen. Air yang mengandungi kepekatan nitrat yang lebih daripada 20 mg per liter boleh menjaskan ekosistem sesebuah jasad air serta boleh menjaskan kesihatan manusia. Dalam keadaan semulajadi paras nitrat ialah 1 bpj dan jarang melebihi 10 bpj.

Pencemaran air kumbahan sudah menjadi krisis utama dunia. Bekalan air berkualiti yang tidak menentu untuk bahan minuman, pertanian, perladangan, industri dan lain-lain sejak bertahun-tahun lalu turut menimbulkan masalah. Secara geografi, pencemaran air lebihan di Malaysia amnya tidak kritikal dan hanya memberi kesan minimum kepada alam sekitar, masyarakat dan pertanian. Namun, bagi mengelakkan masalah ini menjadi ke tahap yang kritikal, langkah yang berkesan perlu diambil.

Penggunaan tumbuhan akuatik sebagai mekanisma rawatan untuk membuang bahan pencemar dalam sesebuah badan air dikenali sebagai fitoremediasi (Kruger *et al.*, 1997). Penggunaan tumbuhan akuatik dalam mekanisma rawatan merupakan kaedah rawatan tertier. Penggunaan rawatan ini hanya memerlukan kos yang rendah serta merupakan kaedah mesra alam. Penggunaan fitoremediasi telah diaplikasikan oleh banyak negara, contohnya ialah Jerman, Denmark, United Kingdom dan Jepun.

Tumbuhan akuatik yang sering dijalankan sebagai mekanisma rawatan bahan pencemar ialah *Potamogeton* sp., *Nuphar* sp., *Eichornia* sp., *Thypa* sp., dan *Elodea* sp. (Ahmad, 1993). Sesetengah makrofit akuatik mampu mengeluarkan bahan pencemar seperti nutrien nitrat dan fosfat di dalam air. Keberkesanan pembuangan nutrien oleh

sistem tumbuhan akuatik telah dijalankan di kebanyakan tasik temperat (Tanaka *et al.*, 2005).

Tujuan kajian ini dijalankan adalah bagi melihat keberkesanan tumbuhan akuatik sebagai mekanisma rawatan untuk membuang bahan pencemar khususnya nitrat dan fosfat di dalam badan air. Oleh itu, nitrat dan fosfat dijadikan sebagai sumber nutrien terhadap makrofit dalam kajian ini.

Likas Lagun telah dipilih sebagai lokasi kajian memandangkan, tasik ini mempunyai beberapa spesies makrofit yang hidup di kawasan ini. Berdasarkan kajian-kajian lepas didapati, tasik ini mengalami masalah bebanan kandungan nutrien dan bahan pencemaran yang lain (Oi Lee & Lee Chee, 2006). Air kumbahan daripada kawasan perumahan dan kawasan sekitar telah menyumbang kepada bebanan nutrien di dalam tasik ini. Oleh itu, penggunaan spesies makrofit yang berkesan mampu menyelesaikan masalah pencemaran tasik umumnya di Malaysia.

1.2 Objektif Kajian

Objektif kajian ini dilakukan adalah untuk :

1. Mengkaji kesesuaian tumbuhan akuatik sebagai teknologi rawatan tertier untuk membersih dan merawat nutrien dalam efluen lagun pengoksidaan.
2. Mengkaji pengambilan nutrien nitrat dan fosfat oleh *E. crassipes* dan *T. latifolia*.

3. Membandingkan kandungan nitrat dan fosfat dalam bahagian akar, batang dan daun pada *E. crassipes* dan *T. latifolia*

1.3 Hipotesis

1. *E. crassipes* mengambil lebih banyak nitrat berbanding dengan fosfat
2. *T. latifolia* mengambil lebih banyak nitrat berbanding fosfat
3. Bahagian akar makrofit *E. crassipes* mengambil lebih banyak nutrien berbanding bahagian lain.
4. Bahagian akar *T. latifolia* mengambil lebih banyak nutrien berbanding dengan bahagian lain.

1.4 Skop kajian

Skop kajian ini merangkumi perkara berikut :

1. Tumbuhan yang dipilih dalam kajian ini ialah tumbuhan makrofit terapung *E. crassipes* dan tumbuhan makrofit muncul *T. latifolia*.
2. Kawasan kajian adalah tertumpu pada Likas Lagun, ini kerana Likas Lagun mempunyai taburan makrofit yang sangat banyak dan menerima air kumbahan daripada kawasan perumahan Dah Yeh Villa.
3. Bahan pencemaran bukan organik bukan logam yang dikaji hanya tertumpu pada kandungan nitrat dan fosfat.

4. Kualiti air yang dikaji hanya tertumpu pada kandungan nitrat dan fosfat
5. Bahagian tumbuhan yang dikaji ialah batang, akar dan daun bagi kedua-dua jenis tumbuhan.

1.5 Justifikasi Kajian

Kajian ini dilakukan bagi melihat keberkesanan tumbuhan akuatik sebagai agen fitoremediasi atau sebagai mekanisma rawatan dalam memulihkan tasik yang tercemar. Kajian ini juga dilakukan bagi menyelesaikan masalah penuaan terhadap makrofit yang mendatangkan masalah terhadap ekosistem tasik.

Pengenalpastian kandungan nutrien yang tinggi di dalam makrofit, menunjukkan pengambilan nutrien yang tinggi oleh makofit pada sesuatu kawasan yang ditumbuhinya. Setelah mengetahui spesies yang mempunyai penyerapan yang tinggi terhadap nutrien yang berlebihan, kita dapat menanam pokok ini di dalam tasik yang tercemar secara terkawal dan seterusnya membuang makrofit yang mempunyai kadar penyerapan yang rendah terhadap nitrat dan fosfat. Pembuangan bahagian makrofit yang kurang memberi fungsi terhadap penyerapan nitrat dan fosfat dapat mengelakkan berlakunya masalah ledakan tumbuhan akuatik dalam tasik atau masalah eutrofikasi.

Peningkatan masalah pencemaran sungai dan tasik di Kota Kinabalu khususnya di kawasan Likas Lagoon telah mendorong kajian ini dilakukan. Air kumbahan dari kawasan perumahan dan kawasan industri yang telah disalurkan ke dalam Likas Lagun

secara berterusan telah menyebabkan berlakunya ledakan kandungan nutrien nitrat dan fosfat ke dalam kawasan ini.

Justeru itu, pengenalpastian spesies makrofit yang lebih berkesan dalam menyerap nutrien nitrat dan fosfat yang berlebihan di dalam tasik dapat meningkatkan lagi keberkesanan penggunaan tumbuhan akuatik sebagai agen fitoremediasi.

BAB 2

KAJIAN KEPERPUSTAKAAN

2.1 Makrofit

Makrofit adalah tumbuhan makroskopik atau tumbuhan yang dapat dilihat oleh mata kasar yang biasanya memulakan kitaran hidup di jasad air (Ahmad Ismail & Ahmad Badri, 1992).

Istilah ini sering digunakan untuk tumbuhan vaskular, namun begitu ia juga merangkumi beberapa spesies alga besar, spesies lumut dan spesies paku-pakis atau juga dikenali sebagai tumbuhan tidak vaskular yang hidup di jasad air.

2.2 Pengelasan Makrofit Berdasarkan Pelekatan Substrat

Makrofit boleh dikelaskan berdasarkan cara perlekapan tumbuhan ini terhadap substrat (Kalf & Jersey, 2002). Secara umumnya, terdapat tiga kumpulan makrofit yang sering

dibincangkan di dalam kebanyakan kajian iaitu makrofit muncul, tenggelam dan terapung.

2.2.1 Makrofit Muncul

Makrofit muncul terdiri daripada tumbuhan akuatik yang berakar umbi di pinggiran lembap dihabitat akuatik. Makrofit akuatik ini merupakan tumbuhan semi-akuatik yang tidak memerlukan bekalan air yang banyak, tumbuhan ini boleh ditemui jauh dari gigi air. Tumbuhan ini amnya tinggi dan mempunyai rizom menjalar yang panjang. Rizom ini berperanan mencengkam tanah dan mengukuhkan kedudukan tumbuhan dasar yang lembut. Tumbuhan ini kerap ditemui di habitat akuatik yang menunjukkan cara hidup yang berkelompok secara padat contoh spesies makrofit dari kumpulan ini ialah *Phragmites austalis*, *Typha angustata*, *Typha latifolia* dan *Paspalum distichum*.

2.2.2 Makrofit Terapung

Makrofit terapung merupakan spesies makrofit yang hidup bebas dipermukaan air. Tumbuhan ini biasanya mempunyai akar, tetapi akar hanya tergantung di dalam air dan tidak mengcengkam dasar. Selain daripada berfungsi untuk menyerap air dan unsur terlarut, akar juga berperanan sebagai organ pengimbang. Di Malaysia semua makrofit terapung di kenali sebagai nama umum kiambang. Contoh spesis makrofit terapung ialah keladi bunting (*E. Crassipes*), *Savinia* spp., *Azolla* spp, dan *Lemna Minor* spp.

RUJUKAN

- Adrian, T., Mc Donald dan David Kay, 1988. *Water Resources Issues and Strategies*. Longman Scientific and Technical, England.
- Ahmad Ismail dan Ahmad Badri, 1992. *Ekologi Air Tawar*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur
- American Public Health Association (APHA), 1995. *Standard Method for Examination of Water and Waste Water*. 17th Edition. American Public Health Association., Washington.
- Botkin, D.K. dan Keller, E.A., 2000. *Environmental Science: Earth As Living Planet*. John Willy and Son INC, New York.
- Brix, H., 1993. *Wastewater Treatment in Constructed Wetland ; System Design Removal Process, and Treatment Process*. CRC Press.
- Christer Bronmark dan Lars Anderson Hasson, 1998. *The Biology Lake and Ponds*. Oxford University Press, Oxford, New York ,Tokyo.
- Chua, Y.P., 2006. *Kaedah dan Statistik Penyelidikan Asas Statistik Penyelidikan Buku 2*. McGraw-Hill, Malaysia.
- Dr. Sundaran Rajan, S., 2000. *Plant Physiology*. Anmol Publication PVT.LTD., New Delhi.
- Dudley, N., 1990. *Nitrates: The Threat to Food and Water*. Green Print, London.

Erwin Temminghoff, E.J.M., dan Victor Houba, J.G., 2004. *Plant Analysis Procedures*. Ed. Ke-2. Kluwer Academic Publisher, London.

Gaines Bradford Jackson dan Van Nostrand Reinhold, 1993. Applied *Water and Spent water Chemistry A Laboratory Manual*. New York.

Gerald Cole, A., 1993. *Buku Teks Limnologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Selangor.

Gurmeet Singh, Kamaruzaman Idris, Twort A.C., dan Fm Law Crowley, 1994. *Bekalan Air*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Hammer Donald, A., 1992. *Creating Freshwater Wetland*. Beca Raton, FL: CRC Press.

Hach Company. 1996. *Nitrate and Fosforus and their Determination in Air and Water*. .Marcel Dekker Inc, United State of America.

Jacob Kalf, 2002. *Limnology* , New Jersey : Prentice Hal.

Kamus Dewan. 1994. Dewan Bahasa dan Pustaka , Kuala Lumpur.

Kempers, A.J. dan Van Der Velda, G., 1991. Determination of Nitrate IN Eutrophic Coastal Seawater by Reduction to Nitrite with Hydrazine. *International Journal Enviroment Analytical Chemistry* 47, 1-6

Krunger, E.L., Anderson, T.A., and Coats J.R., 1997. *Phytoremediation of Soil and Water Contaminants*. Washington, DC: American Chemical Society.

Lai, C.M., 2003. *Kandungan Logam Kuprum dan Zink di dalam Ikan Tasik Universiti Malaysia Sabah*. Sekolah Sains Teknologi, Universiti Malaysia Sabah (Tidak diterbitkan).

Lee, C.C., 2004. *Nitrate and Phosphate Concentration in Likas Lagoon*. Sekolah Sains Teknologi, Universiti Malaysia Sabah (Tidak diterbitkan).

Lim, Y.S., dan Ahmad Shahru Badri, 2002. Kajian *Kaedah Penentuan Kandungan Nitrat dalam Sampel Air dan Sedimen*. Buletin Kimia **17**,1-7.

Loehr,R.C., 1997. *Pollution Control for Agriculture*. Academic Press Inc, New York.

Maria Csuros, 1997. *Enviromental Sampling and Analysis Lab Manual*. Lewis Publisher, Florida.

Martin, A.M., 1991. *Biological Degradation of Waste*. Elvier Applied Science, London.

Nakamura , 1997. Preserving the Health of the World Lakes. *Journal of Enviroment* **39**, Issue 5.

OI, L.E., 2005. *Penentuan Nitrat dan Ammonia dalam Tasik SST*. Sekolah Sains Teknologi, Universiti Malaysia Sabah (Tidak diterbitkan).

Rump,H.H., dan Krist,H., 1992. *Laboratory Manual for the examamination of Water and Wastewater and Soil*.Ed. Ke-2.VCH Publisher Inc, New York.

Reedy, K.K., dan Smith, W.H., 1987. *Aquatic Plants for Water Treatments and Resouce Recovery*. Mongolia Publishing Inc., Orlando Florida.

Sharron McEldowney, David Hardman, J., dan Stephen Waite, 1993. *Pollution Ecology & Treatment*. Longman Scientific & Technical, England.

Sinclair, K.M., 2002. *Guidelines for Using Free Water Surface Contractued Wetlands :to Treats Municipal Sewage*. Quessland Department of Natural Resources .

Teresa Ozimek, Ellen van Donk dan Ramesh D.Gulati., 1993. Growth and Nutrien Uptake By Two Spesies of Elodea in Experimental Condition and Their Role in Nutrien Accumulation in a Macrophyte dominated lake. *Hydrobiologia* **251**, 13-18.

Tanaka, S., Fujii, S., Yamada, K, and Anton, A., 2004. *Efficiency Evaluation of Nutrient Removal in A Reed Community*, 2nd Seminar On Water Management.

UKM, 1996. *Preliminary EIA. Deveploment of Campus UMS Kota Kinabalu*, Sabah.

Wetzel, R.G., dan Likens, G.E., 1991. *Limnology Analyses*. W.B Saunders Company, New York.

Yongze, Zhang dan Chuanyou, Huang, 1997. Ecodynamic models accounting for the Changes in Lake Ecosystem. *Journal Of Enviromental Science* **9**, Issue 2

: