

2222100001

**KAJIAN PERIFITON SEBAGAI PENUNJUK BIOLOGI
DIPELBAGAI KAWASAN SUNGAI KIULU, SABAH**

FENNER ANAK BENARD SIEW

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

**PROGRAM BIOLOGI PEMULIHARAAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2007

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN PERIFITON SEBAGAI PENTULDUK BILOGIDI SUNGAI KIULU, TUARAN, SABAHIJAZAH: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIANSESI PENGAJIAN: 2004 - 2007Saya FENNER ANAK BENARD SIEW

(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 sabaja.
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: _____

PROF. DATN DIR AHN ANTU

Nama Penyclia

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

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.

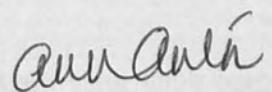
April 2007

FENNER ANAK BENARD SIEW

HS2004-4268

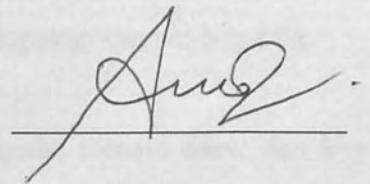
DIPERAKUKAN OLEH**Tandatangan****1. PENYELIA**

(Prof. Dr. Datin Ann Anton)

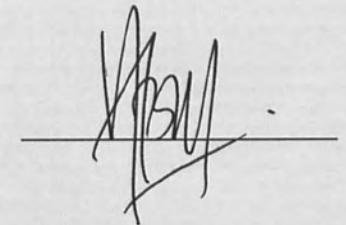


2. PEMERIKSA 1

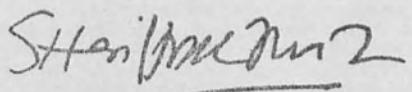
(Pn. Anna Wong)

**3. PEMERIKSA 2**

(Cik Azniza Mahyudin)

**4. DEKAN**

(Supt. (K) Prof. Madya Dr. Shariff AK Omang)



SEKAPUR SIRIH

Bersyukur saya kepada Tuhan Maha Agung diatas berkat dan rahmatNya dalam pada saya menyiapkan penulisan ini. Jutaan terima kasih kepada Prof. Dr. Datin Ann Anton (penyelia projek) atas keprihatinan, bimbingan, dan kesabaran yang tidak putus dalam menjayakan penulisan ini.

Penghargaan ini juga saya ucapan kepada Cik Azima Azmi yang telah banyak memberi tunjuk ajar serta sokongan moral yang diberikan. Di sini juga saya ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan Encik Sani dari makmal kimia kerana sudi membantu kajian ini dari segi peralatan. Kepada rakan-rakan seperjuangan seperti Nurul Aini Kamaruddin, Darshan Singh, Oh Siew Yong, Nicholas Ling, serta Ling Chia Yi. Pengalaman serta bantuan dari anda semua tidak akan saya lupakan sampai bila-bila.

Akhir sekali terima kasih kepada ayahanda dan bonda, Benard Siew dan Ugot Ugam serta adik-beradik kerana telah mendoakan kejayaan serta sokongan kepada saya untuk melengkapkan penulisan ini. Budi kalian akan takkan dilupakan.

Sekian, terima kasih.

FENNER ANAK BENARD SIEW

Sekolah Sains dan Teknologi

Universiti Malaysia Sabah

ABSTRAK

Kajian ini dijalankan bagi menentukan spesies perifiton *Pinnularia stricta* dijadikan sebagai penunjuk kepada pencemaran di Sungai Kiulu, Sabah. Persampelan telah dijalankan tiga bulan iaitu pada September, Oktober, dan November 2006 di mana setiap persampelan telah dijalankan dua kali sebulan. Sebanyak tiga stesen telah dipilih untuk kajian ini dan satu stesen kawalan di hulu Sungai Kiulu. Persampelan telah dijalankan bagi setiap stesen dengan tiga replikat. Status kualiti air Sungai Kiulu ditentukan oleh enam parameter iaitu oksigen terlarut (DO), permintaan oksigen biokimia (BOD), permintaan kimia oksigen (COD), ammonia-nitrogen (AN), jumlah pepejal terampai (TSS), dan nilai pH. Keputusan min tiga bulan persampelan yang diperoleh bagi analisis kualiti air Sungai Kiulu adalah DO (3.82 – 4.09mg/L), BOD (0.17 – 0.27mg/L), COD (2.00 – 12.00mg/L), AN (0.010 – 0.015mg/L), TSS (0.03 – 3.47mg/L), dan pH (7.11 - 7.90). Sebanyak 30 spesies perifiton telah dikenalpasti di mana spesies bersih *Pinnularia stricta* merupakan spesies yang mendominasi semua stesen kajian. Terdapat hubungan di antara kepadatan perifiton dan makroinvertebrata di Sungai Kiulu di mana kepadatan makroinvertebrata order EPT bergantung kepada kepadatan perifiton *Pinnularia stricta*. Secara keseluruhan, Indeks Kualiti Air (IKA) bagi Sungai Kiulu adalah pada Kelas III menurut piawaian Jabatan Alam Sekitar (JAS) Malaysia.

ABSTRACT

This study was carried out to determine the tolerance species of periphyton *Pinnularia stricta* which can be used as a bioindicator regarding to water pollution in the Kiulu River, Sabah. Samples were collected in three months, September, October, and November 2006 and each sampling consists two times sampling each months. Three stations were selected and one station for control situated at up-stream of River Kiulu. Samples were taken from each station with three replicates. Six parameters have been used to determine water quality in River Kiulu such as dissolved oxygen (DO), biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), ammonia-nitrogen (AN), total suspended solid (TSS), and pH values. Results for three months sampling were calculated into mean according to each station for water quality analysis which is DO (3.82 – 4.09mg/L), BOD (0.17 – 0.27mg/L), COD (2.00 – 12.00mg/L), AN (0.010 – 0.015mg/L), TSS (0.03 – 3.47mg/L), and pH (7.11 - 7.90). There were 30 species of periphyton have been identified in River Kiulu which is each station was dominated by clean species, *Pinnularia stricta*. Density of periphyton *Pinnularia stricta* and macroinvertebrates order EPT showed relationship indicate that the density of macroinvertebrates in River Kiulu were influenced by the density of periphyton. Water Quality Index (WQI) for River Kiulu was in Class III according to Department of Environment (DOE) Malaysia.

KANDUNGAN

PENGAKUAN	Muka Surat
PENGESAHAN	ii
SEKAPUR SIRIH	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xiv

BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Justifikasi Kajian	3
1.3 Objektif Kajian	3
1.4 Hipotesis Kajian	3
 BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	 4
2.1 Perifiton	4
2.2.1 Pengenalan Kepada Perifiton	4
2.2.2 Struktur Diatom	5
2.2.3 Perifiton sebagai Penunjuk Biologi	7
2.2 Kualiti Air Sungai	8
2.2.1 Pecemaran Sungai	8
2.2.2 Kualiti Air	9
2.2.3 Faktor yang mempengaruhi Kualiti Air	10
2.3 Parameter Kualiti Air	12
2.3.1 Oksigen Terlarut (DO) dan Keperluan Oksigen	

Biokimia (BOD)	12
2.3.2 Permintaan Kimia Oksigen	12
2.3.3 Nitrogen-Ammonia	12
2.3.4 Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	13
2.3.5 Nilai pH	13
BAB 3 BAHAN DAN KAEDEAH	15
3.1 Latarbelakang Kawasan Kajian	15
3.1.1 Stesen Kawalan	17
3.1.2 Stesen 1	18
3.1.3 Stesen 2	18
3.1.4 Stesen 3	19
3.2 Persampelan dan Penyediaan Sampel	24
3.3 Metodologi Persampelan	25
3.3.1 Parameter Kualiti Air <i>in-situ</i>	25
3.3.2 Persampelan Perifiton	25
3.3.3 Pengenalpastian Perifiton	26
3.3.4 Pengiraan Diatom	27
3.4 Parameter Kualiti Air	27
3.4.1 Permintaan Oksigen Biokimia (BOD)	28
3.4.2 Permintaan Kimia Oksigen (COD)	29
3.4.3 Ammonia-Nitrogen (AN)	30
3.4.4 Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	31
BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN	32
4.1 Taburan Perifiton di Sungai Kiulu	32
4.2 Kedominasian Perifiton	34
4.5.1 Stesen Kawalan	34
4.5.1 Stesen 1	36

4.2.3 Stesen 2	37
4.2.4 Stesen 3	39
4.3 Diversiti Perifiton	40
4.4 Faktor Fizikal	43
4.4.1 Suhu	43
4.4.2 Arus Sungai	44
4.4.3 Jumlah Pepejal Terampai	45
4.5 Faktor Kimia	46
4.5.1 pH	46
4.5.2 Permintaan Oksigen Biokimia (BOD)	47
4.5.3 Oksigen Terlarut (DO)	49
4.5.4 Permintaan Kimia Oksigen (COD)	50
4.5.5 Ammonia-Nitrogen (AN)	51
4.6 Hubungan Perifiton dan Makroinvetebrata	53
BAB 5 KESIMPULAN	56
RUJUKAN	57
LAMPIRAN	62

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
3.1 Kriteria pemilihan stesen kajian	16
3.2 Kedudukan stesen kajian	17
4.1 Spesies yang telah dikenalpasti terdapat di Sungai Kiulu, Sabah	33
4.2 Indeks Diversti Shannon-Wiener	41
4.3 Nilai ‘ <i>Trophic Diatom Index</i> ’ TDI) bagi setiap stesen di Sungai Kiulu	42
4.4 Nilai Indeks Kesamaan Sorensen diantara Stesen	42

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Illustrasi Komponen Dinding Sel Diatom	6
2.2 Komponen Frustul Diatom	7
3.1 Peta Negeri Sabah menunjukkan kedudukan daerah Tamparuli	22
3.2 Peta Topografi Kawasan Kajian	23
3.3 Kedudukan dan Lokasi Kajian	24
4.1 Kelimpahan Perifiton di Stesen Kawalan	34
4.2 Kelimpahan Perifiton di Stesen 1	36
4.3 Kelimpahan Perifiton di Stesen 2	37
4.4 Kelimpahan Perifiton di Stesen 3	39
4.5 Nilai Bacaan Jumlah Pepejal Terampai bagi setiap stesen di Sungai Kiulu	45
4.6 Nilai BOD bagi setiap stesen di Sungai Kiulu	47
4.7 Nilai Oksigen Terlarut bagi setiap stesen di Sungai Kiulu	49
4.8 Nilai Bacaan Ammonia-Nitrogen bagi setiap stesen di Sungai Kiulu	52
4.9 Perbandingan bilangan <i>Pinnularia stricta</i> dan EPT bagi setiap stesen terhadap nilai Indeks Kualiti Air	53

SENARAI FOTO

No. Foto	Muka surat
3.1 Stesen Kawalan	20
3.2 Stesen 1	20
3.3 Stesen 2	21
3.4 Stesen 3	21
3.5 Kaedah Persampelan Perifiton pada Substrat Batu	26

SENARAI LAMPIRAN**Muka Surat****Lampiran**

I	Kaedah Hach-Kit Ammonia-Nitrogen (AN)	62
II	Jadual bagi Parameter Indeks Kualiti Air (IKA)	63
III	Kelas-kelas Kualiti Air Malaysia	64
IV	Kaedah Penentuan Parameter Kualiti Air	65
V	Skor Peratusaan Taksa Bertoleransi Terhadap Pencemar Organik	66
VI	Spesies Perifiton pada Sungai Kiulu	67
VII	Nilai Min Parameter Kimia Indeks Kualiti Air (IKA)	69
VIII	Nilai Min Parameter Fizikal Kawasan Kajian	70
IX	Pengiraan Nilai ' <i>Trophic Diatom Index</i> ' (TDI)	71
X	Indeks Sorenson	75
XI	Kepadatan Makroinvetebrata (Oh, 2007) dan Perifiton di Sungai Kiulu	78
XII	Korelasi Parameter IKA	79
XIII	Senarai Foto Perifiton di Sungai Kiulu	80

SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

WQI	Indeks Kualiti Air
BOD	Keperluan Oksigen Biokomia
DO	Oksigen Terlarut
COD	Permintaan Kimia Oksigen
TSS	Jumlah Pepejal Terampai
pH	Log Negatif Kepekatan Hidrogen
FBI	Indeks Famili Biotik
μ	Mikrometer
JAS	Jabatan Alam Sekitar
NH ₃	Ammonia
NO ₂	Nitrat
NO ₃	Nitrit
P	Fosforus
SiO ₂	Silikon Dioksida
ppm	Bahagian per Juta
APHA	American Public Health Association
°	Darjah
°C	Darjah Celsius
H ⁺	Ion Hidrogen
IKI	Larutan Lugol
SI	Sub Indeks
MnSO ₄	Mangan Sulfat
NaOH	Natrium Hidroksida
KI	Kalium Iodida
H ₂ SO ₄	Asid Sulfurik
FAS	Ferrous Ammonium Sulfat
<i>sp.</i>	Spesies
TDI	Trophic Diatom Index
H'	Simbol Index Shannon-Wiener

Σ Sigma (Hasil tambah semua)

SQ Indeks Sorenson

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Dalam mengekalkan kehidupan di bumi ini, air amatlah diperlukan dan ianya sangat penting memandangkan hampir kesemua organisma memerlukan air. Jika kita lihat dari segi geografi, air meliputi $\frac{3}{4}$ daripada permukaan bumi. Secara keseluruhannya, air yang terdapat pada bumi adalah $1.36 \times 10^{18} \text{ m}^3$. Ini merangkumi 92.2% air masin, 2.15% air tawar, 0.64% air bumi, 0.0085% sungai, dan 0.00015% adalah terdiri daripada air atmosfera dan biosfera (Lim, 2003).

Kajian ini adalah untuk menunjukkan spesies perifiton yang bertoleransi dan sesuai sebagai penunjuk biologi terhadap perubahan persekitaran. Ini membantu untuk mengenalpasti spesies perifiton manakah wujud pada Sungai Kiulu dengan merujuk kepada kawasan hulu, tengah dan hilir sungai. Skop kajian menjurus kepada kajian biologi iaitu kepadatan perifiton dan kajian fizikal serta kimia untuk mengkaji kualiti air dengan menggunakan indeks. Dengan ini, faktor-faktor persekitaran dan aktiviti manusia berfungsi mempengaruhi kepelbagai dan taburan perifiton.

Ini adalah kerana kedua-dua taxa ini adalah bertoleransi terhadap perubahan fizikal dan kimia satu badan air (Jeffries & Mills, 1990). Kepadatan perifiton ini akan bertambah dengan mendadak dalam satu jangkamasa jika berlakunya perubahan persekitaran.

Perifiton amat berguna sebagai penunjuk biologi pada air tawar terutamanya sebagai penunjuk kualiti pada satu badan air (Dixit *et al.*, 1992). Jumlah komuniti diatom tertentu telah digunakan bagi mengelaskan tahap kualiti air dan juga tahap pencemaran air (Ingram, 1977; Lokman, 1990). Taburan perifiton amat tinggi pada kawasan tercemar kerana kebanyakan perifiton bertoleransi dengan keadaan air yang tercemar (Chua & Chong, 1973).

Terdapat tiga faktor yang mengawal kepadatan taburan perifiton pada satu badan sungai iaitu faktor hidrologi, faktor faktor kimia, dan faktor biologikal (Biggs, 1987). Faktor penentu kepada hidrologikal dalam mengawal kepadatan perifiton adalah kekerapan dan kualiti kejadian banjir (Tett, 1978; Fisher, 1982), kelajuan air sungai yang mengalir (Lindstrom & Traaen, 1984; Reiter & Carlson, 1986), dan kestabilan bahan termendap di dasar sungai (Fisher & Sumner, 1976; Tett, 1978). Dalam satu badan air sungai yang tidak tercemar, biasanya bahan kimia yang hadir adalah fosforus (Bothwell, 1985; Freeman, 1986) dan nitrogen (Grimm & Fisher, 1986).

Perkembangan negara yang pesat akan meningkatkan produktiviti industri dan hal ini menimbulkan masalah pencemaran air. Selain daripada perkembangan dari segi industri dan ekonomi, kualiti air yang tinggi juga mustahak bagi menjamin taraf hidup yang tinggi. Dengan ini, pengenalpastian kualiti sungai amat diperlukan bagi menentukan tahap kualiti air dimana perkembangan pesat bandar akan meningkatkan permintaan keperluan air yang bersih. Keadaan fizikal sungai ditentukan dengan menilai kualiti air sama ada selamat digunakan ataupun tidak.

1.2 Justifikasi Kajian

1. Perifiton merupakan penunjuk biologi pada ekosistem sungai di mana kepadatannya yang banyak ini dapat membantu untuk menilai status kualiti air pada suatu kawasan.
2. Kajian perifiton dijalankan bagi melihat taburan spesies yang mendominasi kawasan tersebut dan akhir sekali menggunakan indeks untuk menilai tahap toleransi spesies perifiton terhadap pencemaran.
3. Disamping itu, kepadatan perifiton amat bergantung kepada perubahan persekitaran termasuk perubahan biologikal, fizikal, dan kimia.
4. Status kualiti air penting dalam mempengaruhi kepelbagaian spesies perifiton di mana perbezaan dan kedominasian perifiton digunakan dalam menentukan status kualiti air.

1.3 Objektif Kajian

1. Mengkaji taburan perifiton di Sungai Kiulu pada tiga stesen berbeza dan satu stesen kawalan.
2. Menentukan status kualiti air sungai menggunakan *Pinnularia stricta* dengan merujuk kepada parameter Indeks Kualiti Air.
3. Menentukan hubungan kepadatan di antara perifiton dan makroinvertebrata sebagai penunjuk biologi untuk menentukan status kualiti air.

1.4 Hipotesis Kajian

1. Kualiti air mempengaruhi kepadatan dan kepelbagaian spesies perifiton.
2. Spesies perifiton yang bertoleransi pada kualiti air bersih dan kotor berkadar terus dengan status kualiti air.
3. Kepadatan spesies perifiton yang bertoleransi dengan kualiti air adalah berhubung terus dengan kepadatan spesies makroinvertebrata.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Perifiton

2.1.1 Pengenalan Kepada Perifiton

Perifiton merupakan spesies diatom yang melekat pada substrat. Perifiton adalah alga yang mana merupakan organisma autotrofik dan merupakan mikroflora yang penamaannya adalah berdasarkan subsrat yang di dudukinya (Cahtherine & Frank, 1996). Ianya memerlukan cahaya matahari untuk menjana tenaga serta bahan persekitaran habitatnya termasuklah komponen abiotik seperti nutrien (Allan, 1995). Perifiton wujud dengan meluas dalam persekitaran akuatik seperti pada habitat marin, paya, dan air tawar (Mann, 1999).

Perifiton juga dikenali sebagai alga bentik dan juga aufwuchs (Alan & Gary, 1996; Allan, 1995). Perifiton digolongkan dalam kumpulan diatom dimana ianya merupakan sejenis tumbuhan unisel, iaitu selnya sentiasa tunggal serta ianya adalah mikroskopik dalam saiz 5μ hingga 500μ (Lokman, 1991).

Perifiton berperanan sebagai pengeluar primer bagi kebanyakan habitat akuatik dan menjadi dasar kepada jaringan makanan dalam ekologi akuatik (Wehr & Sheath, 2003). Kehadiran mikroflora ini dipengaruhi oleh kualiti air seperti tempoh masa hidro dan kedalaman sungai (Marlena, 2005). Secara umumnya, diatom merupakan spesies yang dominan pada hampir semua ekologi sungai (Round, 1981).

Terdapat beberapa komponen penting dalam komuniti perifiton iaitu keupayaan untuk hidup pada substrat yang berbeza. Takson epilitik merujuk kepada perifiton yang melekat pada permukaan batu. Perifiton takson epilitik ini merupakan spesies perifiton yang tahan kepada arus yang laju (Marlena, 2005). Taksa epifitik pula melekat pada permukaan tumbuhan termasuklah daun, ranting, dan akar tumbuhan. Biasanya, taksa ini melekat pada makrofit pada air tawar. Epilitik dan epifitik ini berbeza dari perifiton yang lain dimana kedua-dua taxa ini melekat pada subsrat atas kehadiran rembesan musilaj ataupun melekat melalui sel basal. Hal inilah menyebabkan kedua-dua taksa ini tahan kepada arus air (Allan, 1995). Disamping itu, taksa episamik pula spesies perifiton yang terdampar pada pasir manakala taksa epizooik merupakan spesies yang melekat pada badan organisma lain. Taksa epipelik pula taxa perifiton yang wujud pada habitat lumpur yang mana spesies ini adalah motil dan mudah dihanyutkan oleh arus air apabila terdedah kepada persekitaran seperti banjir selepas hujan (Allan, 1995).

2.1.2 Struktur Diatom

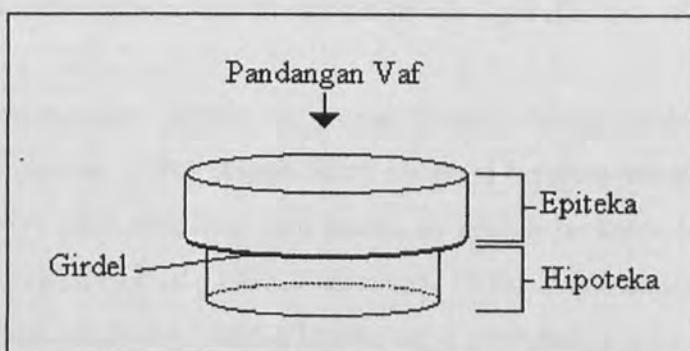
Jika dilihat dibawah mikroskop cahaya, diatom kelihatan seperti kaca yang lutsinar. Ini adalah kerana kewujudan dinding bersilika yang memberikan morfologi fizikal diatom kelihatan lutsinar (Lokman, 1991).

Kebiasaannya batu-batu dan permukaan daun pada tebingan sungai terasa licin apabila disentuh. Hal ini berlaku kerana kewujudan spesies perifiton yang melekat pada substrat tersebut. Kewujudan lapisan diatom pada dinding perifiton menyebabkan rasa licin pada substrat. Dinding sel perifiton dipanggil frustul dimana ianya adalah terdiri daripada ukiran tersendiri pada dinding silika yang sangat nipis (Lokman, 1991; Welch *et al.*, 1992). Dinding sel ini amat kukuh dan berfungsi untuk melindungi struktur sel tersebut.

Diatom merupakan organisma unisel dimana struktur sel ini adalah sentiasa simetri termasuklah simetri bilateral. Kadangkala, ianya boleh wujud sebagai bentuk bulat ataupun simetri radial.

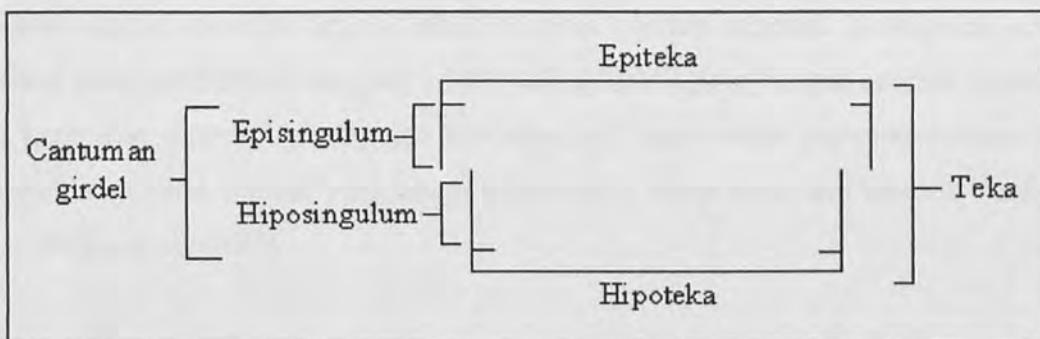
Sistem rangka diatom terdiri daripada frustul yang merupakan dinding sel kepada spesies ini. Frustul ini tidak mudah untuk termusnah ataupun mereput dan mampu untuk kekal dalam bentuk yang sama seperti asalnya walaupun pada jangka masa yang amat panjang (Lokman, 1991). Dengan kewujudan dinding sel inilah menyebabkan diatom amat mudah dibezakan dengan mikroorganisma unisel yang lain.

Sistem rangka diatom ini terbahagi kepada dua kategori iaitu epiteka dan hipoteka. Kedua-dua epiteka dan hipoteka ini saling mencangkum satu sama lain. Epiteka adalah merangkumi struktur epivaf dan episingulum dimana saiznya lebih besar dari saiz hipoteka. Manakala hipoteka pula adalah bahagian dinding diatom yang lebih kecil yang tercangkum oleh epiteka. Ianya merangkumi hipivaf dan hiposingulum (Lokman, 1991). Komponen dinding sel epiteka dan hipoteka diatom ini boleh dibayang dengan ilustrasi piring petri yang seperti digambarkan pada rajah dibawah;



Rajah 2.1 Ilustrasi komponen dinding sel diatom (Lokman, 1991)

Rajah dibawah menunjukkan kedudukan sebenar struktur dinding sel diatom dengan merujuk kepada pandangan girdel (Anonymus, 1975).



Rajah 2.2 Komponen frustul diatom (Anonymus, 1975)

2.1.3 Perifiton Sebagai Penunjuk Biologi

Alga berpotensi sebagai penunjuk yang baik dalam penilaian kualiti air (Round, 1991, Whitton *et. al.*, 1991) terutamanya bagi spesies diatom perifitik (Hofmann, 1994) dimana ianya lebih mengkhusus kepada diatom epilitik pada sungai (Kelly *et al.*, 1995).

Perifiton merupakan kajian air tawar dimana ianya adalah dibawah kelas Bacciliophyta (Lokman, 1991). Algae dalam kelas ini berguna dalam penunjuk biologi kerana kepadatannya pada zon lotik satu badan air adalah berkadar terus dengan tahap monitor kualiti air (Kelly *et. al.*, 1995, Stevenson, 1999). Salah satu rasional kegunaan perifiton dalam penunjuk biologi adalah kerana ianya mempunyai sifat kimia terhadap air (Round, 1991), dan hal ini menyebabkan ianya amat sensitif kepada perubahan bahan nutrien (Pan *et. al.*, 1996), serta setiap takson spesies ini mempunyai nilai toleransi yang optimum terhadap kandungan nutrien dalam satu badan air seperti fosfat (Revle *et. al.*, 1995, Bennion, 1994, Bennion *et. al.*, 1996) dan nitrogen (Christie & Smol, 1993).

Perifiton merupakan penunjuk biologi yang amat berguna terutamanya pada ekologi air tawar kerana kepadatan spesies ini pada sistem lotik dapat digunakan untuk membuat andaian kualiti air (Marlena, 2005). Sesetengah spesies perifiton akan wujud pada persekitaran yang bersih tetapi tidak akan wujud pada persekitaran yang kotor dan begitu juga sebaliknya. Ini dapat dibuktikan dengan membandingkan kewujudan spesies perifiton dengan merujuk kepada nilai toleransi spesies tersebut. Kewujudan spesies perifiton yang bertoleransi ataupun tidak boleh dibandingkan dengan analisis kualiti air. Bagi kumpulan seperti *Melosira* dan *Meridion* pula akan wujud pada persekitaran yang memgandungi tahap nutrien yang tinggi terutamanya tahap nitrat dan fosforus (Lokman, 1991, Welch *et al.*, 1992).

Secara umumnya, perifiton ini dikawal oleh faktor kimia dan fizikal. Biggs (1988) menyarankan bahawa faktor fizikal dan kimia yang memenuhi syarat untuk menentukan perifiton sebagai penunjuk biologi yang baik adalah dengan memenuhi kajian termasuklah kadar arus laju dan perlahan mengikut masa yang ditetapkan, konduktiviti, dan suhu sebagai asas kajian.

2.2 Kualiti Air Sungai

2.2.1 Pencemaran Sungai

Air sungai merupakan satu medium yang mempunyai kandungan yang unik dimana mempunyai tahap signifikan terhadap persekitaran yang tinggi. Salah satu ciri air yang unik adalah kerana ianya mempunyai kadar ketegangan permukaan dan inilah menyebabkannya amat terdedah kepada perubahan persekitaran iaitu pencemaran (Bartram, 1996).

Pencemaran air merupakan satu komponen atau elemen cecair yang memasuki satu badan air yang mana ianya akan mengganggu dan mengancam ekosistem akuatik (Harrison, 1990). Pencemaran air sungai datangnya dari dua kategori iaitu pencemaran semulajadi dan pencemaran oleh aktiviti manusia.

RUJUKAN

- Allan J. D. 1995. *Stream Ecology* (1st ed.). Chapman and Hall, United Kingdom.
- American Public Health Association, 1995. *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater* (20th ed.). American Public Health Association (APHA)
- Azman, M. 2002. Status semasa kualiti air sungai Tebbon. Universiti Malaysia Sabah.
- Bartram, J. Dan Balance, R. 1996. *Water Quality Monitoring*. London
- Beschta, R.L., 1981. *Increase bag size improves Helleys-Smith bedload sampler for use in stream with high sand and organic matter transport*. Wiley., New York.
- Beadle, L.C. 1974. *The Inland Waters of Tropical Africa*. Longman. London.
- Chapman. 1990. Alga. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Chapman, D. 1992. *Water Quality Assessment*. Chapman & Hall. London.
- Chihiro, Y., Klement, T. ,dan Tatsuo, O. 2006. *Species Diversity and Functional Assessment of Macroinvertebrate communities in Austrian rivers*. Limnologi 7:63-74.
- Forestry Commission. 1983. *Forest and Water: Guidelines*. Forestry Commission, Edinburg.
- Gerald A.C. 1983. Limnologi. Waveland Press Inc., United States.
- Holmes, N.T.H. 1983. *Typing British Rivers According to their Flora*. Nature Conservancy Council, Peterborough.

- Lamberti, G.A., dan Resh, V.H. 1983. *Stream periphyton and insects herbivores : an experimental study of a caddisfly population.* Ecology **64** : 1124-35.
- Lokman, S. 1991. Diatom Air Tawar : Morfologi dan taksonomi. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- James, A. dan Evison, L. 1979. *Biological Indicators of Water Quality.* Wiley, Chichester.
- Jabatan Alam Sekitar (JAS). 1996. Laporan Kualiti Alam Sekeliling 1996. Kementerian Sains, Teknologi, dan Alam Sekitar.
- Jabatan Alam Sekitar (JAS). 2005. Kriteria Kualiti Air dan piawaian di Malaysia.
- King, L., Barker, P., dan Jones, R.I. 2000. *Epilithic algae communities and their relationship to environmental variables in lakes of the English Lake District.* Freshwater Biology **45**:425-442.
- Marlena, A. 2005. *Benthic diatom flora of Paloh mangrove area : Batang Rajang Sarawak.* Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS).
- Mann, D.G. 1999. *The species concept in diatom.* Phycologia **38**:437-495.
- Michael, J dan Derek M. 1990. *Freshwater Ecology.* Belhaven Press, Great Britain.
- Hauer F. R. dan Gary A. L. 1996. *Methods in Stream Ecology.* Academy Press Inc. London.
- Minshall, G. W. 1978. *Autotrophy in stream ecosystem.* Bioscience **28**:767-771

- Mohammed. T. H. 1998. Pengenalan Alga. Dewan Bahawasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- Lamberti, G. Dan Feminella, J.W. 1996. *Plant-Herbivore Interactions*. Academic Press, Inc.
- Potapova, M.G., Charles, D.F., Ponader, K.C., dan Winter, D.M. 2004. *Quantifying species indicator value for trophic diatom indices : A comparison of approaches*. Hydrobiologia **517** : 25-41.
- Pringle, C.M. dan Triska, F.J. 1996. *Effect of Nutrients Enrichment on Periphyton. Sytream Ecology*. Academic Press, Inc.
- Reeve, R. N. 1994. Environmental Analysis. New York. John Willey & Sons.
- Round, F.E. 1981. *The Ecology of Algae*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Slingsby, D. dan Cook, C. 1989. Ekologi Amali. MacMillan Education Ltd, Hampsshire.
- Stevenson R. J., Max L. B., and Rex L. L. 1996. *Algal Ecology-Freshwater Benthic Ecosystem*. Academy Press, Inc. , London.
- Syukri, M. A. 2002. Status Kualiti Air Sungai Likas. Universiti Malaysia Sabah.
- The Diatoms : *Application for the Environmental and Earth Science*. 1998. Cambridge University Press. New York.
- Tuchman, M. L. dan Stevenson, R. J. 1980. *Comparison of clay tile, sterilized rock, and natural substrate diatom communities in a small stream in southeastern Michigan, USA*. Hydrobiologia **75**:73-79.

Vogel, S. 1981. Life in moving fluids. Willard Grant. Boston. MA.

Welch, E.B., Jacoby, J.M., dan May, C.W. 1992. *Stream Quality*. River Ecology and Management 4 : 69-91.

Wetzel, R.G. 1975. Limnologi. Saunders College Publishing, Philadelphia.