



Fakulti Sains dan Teknologi Sumber

**DIATOM BENTIK DI SUNGAI SARAWAK, KUCHING,
SARAWAK**

Siti Nor Zurawati Binti Ismail

QL
131
S623
2006

Sarjana Muda Sains dengan Kepujian
(Sains dan Pengurusan Sumber Akuatik)
2006

b11277099

Pusat Khidmat Maktumat Akademik
UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK
94300 Kota Samarahan

**DIATOM BENTIK DI SUNGAI SARAWAK, KUCHING,
SARAWAK**

SITI NOR ZURAWATI BINTI ISMAIL

Projek ini merupakan salah satu keperluan
untuk Ijazah Sarjana Muda Sains dan Teknologi Sumber
(Sains dan Pengurusan Sumber Akuatik)

Fakulti Sains dan Teknologi Sumber
UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK

2006

PENGHARGAAN

Terlebih dahulu, saya ingin melahirkan rasa penghargaan dan jutaan terima kasih kepada semua individu yang terlibat dalam memberi bantuan dan sokongan dalam menyiapkan projek tahun akhir ini. Pertama sekali, saya ingin memberi penghargaan kepada Dr Norhadi Ismail selaku penyelia saya yang telah banyak memberi bimbingan, galakan dan kesabaran dalam menjalankan projek ini. Tidak lupa juga penghargaan kepada pembantu makmal program Sains dan Pengurusan Sumber Akuatik, Fakulti Sains dan Teknologi Sumber, Universiti Malaysia Sarawak iaitu Encik Zaidi Ibrahim dan Encik Harris Norman kerana telah banyak membantu saya di kerja lapangan dan kerja makmal. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada rakan-rakan iaitu Mohd Nasarudin Harith, Firdauz Mura Mura dan Helen Orang yang telah banyak memberi tunjuk ajar dan menolong saya dalam menjalankan projek ini. Kepada keluarga saya, Encik Mat Ali Abdullah dan Puan Fatimah Kadir serta abang saya, Mohd Zunaidi Ismail dan Mohd Zolfaizu Ismail yang telah banyak memberi bantuan dan sokongan kepada saya dalam menyiapkan projek tahun akhir ini. Sekali lagi, saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada semua individu yang terlibat dalam menjayakan projek ini.

KANDUNGAN	MUKA SURAT
ABSTRAK	i
1.0 PENGENALAN	1
1.1 Justifikasi	4
2.0 OBJEKTIF	4
3.0 ULASAN KEPUSTAKAAN	5
3.1 Diatom Bersimetri	5
3.2 Pembiakan Diatom	7
3.3 Pergerakan Diatom	9
3.4 Aplikasi Diatom	10
3.5 Parameter Fizikokimia Air	11
3.5.1 Suhu	11
3.5.2 pH	12
3.5.3 Permintaan Oksigen Biokimia (BOD_5)	12
3.5.4 Nutrien	13
4.0 BAHAN DAN KAEDAH	14
4.1 Kawasan Kajian	14
4.2 Pengumpulan dan Pengecaman Diatom	16
4.2.1 Pembersihan Frustul Diatom (Pengoksidaan)	16
4.2.2 Penyediaan Slaid Diatom	16
4.2.3 Pengenalpastian Sel Diatom	17
4.3 Parameter Fizikokimia Air	17
4.3.1 Pengukuran Parameter <i>In Situ</i>	17
4.3.2 Permintaan Oksigen Biokimia (BOD_5)	18
4.3.3 Analisis Nutrien	19
4.4 Analisis Data	20
5.0 KEPUTUSAN	21
5.1 Parameter Fizikokimia Air	21
5.2 Kepekatan Nutrien (Ammonia (NH_3), Fosfat (PO_4) dan Nitrat (NO_3))	22
5.3 Komuniti Diatom Bentik	25
5.4 Korelasi antara Diatom dan Faktor Sekitar	39
6.0 PERBINCANGAN	43
7.0 KESIMPULAN DAN CADANGAN	48
8.0 RUJUKAN	49
9.0 LAMPIRAN	55

JADUAL

Jadual 1: Bacaan GPS di setiap stesen kajian.	14
Jadual 2: Taburan genus diatom bentik di setiap stesen persampelan.	26
Jadual 3: Bilangan individu setiap genus diatom bentik bagi setiap 300 vaf di setiap stesen persampelan.	27
Jadual 4: Korelasi antara genus diatom dengan parameter fizikokimia air.	42
Jadual 5: Perbandingan komposisi genus diatom antara Sungai Pinang, Batang Saribas dan Kuala Paloh dengan Sungai Sarawak.	47

RAJAH

Rajah 1: Frustul diatom.	2
Rajah 2: Struktur frustul dan diatom bersimetri.	6
Rajah 3: Pembahagian sel-sel diatom.	9
Rajah 4: Stesen persampelan di Sungai Sarawak.	15
Rajah 5: Min (\pm S.P.) parameter fizikokimia air untuk setiap stesen persampelan bagi (A) suhu, (B) pH, (C) kekeruhan, (D) arus air, (E) oksigen terlarut (DO) dan (F) permintaan oksigen biokimia (BOD_5).	23
Rajah 6: Min (\pm S.P.) kepekatan bagi (A) ammonia (NH_3), (B) fosfat (PO_4) dan (C) nitrat (NO_3) di setiap stesen persampelan.	24
Rajah 7: Peratusan setiap genus diatom bentik yang terdapat di stesen 1 di Jeti Pasar Ikan Gambir.	28
Rajah 8: Peratusan setiap genus diatom bentik yang terdapat di stesen 2 di bawah Jambatan Satok.	29
Rajah 9: Peratusan setiap genus diatom bentik yang terdapat di stesen 3 di sangkar ikan Pak Mat.	30
Rajah 10: Peratusan setiap genus diatom bentik yang terdapat di stesen 4 di sangkar ikan terbiar di Batu Kawa.	31

Rajah 11: <i>Ctenophora</i>	33
Rajah 12: <i>Synedra</i> (Spesies 1)	33
Rajah 13: <i>Synedra</i> (Spesies 2)	33
Rajah 14: <i>Fragilaria</i>	33
Rajah 15: <i>Meridion</i>	33
Rajah 16: <i>Diatoma</i>	33
Rajah 17: <i>Achnanthes</i>	34
Rajah 18: <i>Cocconeis</i>	34
Rajah 19: <i>Eunotia</i> (Spesies 1)	34
Rajah 20: <i>Eunotia</i> (Spesies 2)	34
Rajah 21: <i>Eunotia</i> (Spesies 3)	34
Rajah 22: <i>Gomphonema</i> (Spesies 1)	36
Rajah 23: <i>Gomphonema</i> (Spesies 2)	36
Rajah 24: <i>Gomphonema</i> (Spesies 3)	35
Rajah 25: <i>Gyrosigma</i>	35
Rajah 26: <i>Navicula</i> (Spesies 1)	36
Rajah 27: <i>Navicula</i> (Spesies 2)	36
Rajah 28: <i>Navicula</i> (Spesies 3)	36
Rajah 29: <i>Navicula</i> (Spesies 4)	36
Rajah 30: <i>Navicula</i> (Spesies 5)	36
Rajah 31: <i>Stauroneis</i> (Spesies 1)	36
Rajah 32: <i>Stauroneis</i> (Spesies 2)	36
Rajah 33: <i>Luticola</i> (Spesies 1)	36

Rajah 34: <i>Luticola</i> (Spesies 2)	36
Rajah 35: <i>Diploneis</i>	37
Rajah 36: <i>Pinnularia</i>	37
Rajah 37: <i>Frustulia</i>	37
Rajah 38: <i>Amphora</i>	37
Rajah 39: <i>Cymbella</i>	37
Rajah 40: <i>Nitzschia</i> (Spesies 1)	38
Rajah 41: <i>Nitzschia</i> (Spesies 2)	38
Rajah 42: <i>Nitzschia</i> (Spesies 3)	38
Rajah 43: <i>Nitzschia</i> (Spesies 4)	38
Rajah 44: <i>Hantzchia</i>	38
Rajah 45: <i>Bacillaria</i>	38
Rajah 46: <i>Rhopalodia</i> (Spesies 1)	38
Rajah 47: <i>Rhopalodia</i> (Spesies 2)	38
Rajah 48: <i>Denticula</i>	38

Diatom Bentik di Sungai Sarawak, Kuching, Sarawak

Siti Nor Zurawati Binti Ismail

Program Sains dan Pengurusan Sumber Akuatik
Fakulti Sains dan Teknologi Sumber
Universiti Malaysia Sarawak

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk merekodkan kumpulan dan taburan diatom bentik di Sungai Sarawak, Kuching, sebuah sungai utama yang terbentuk basil pertemuan dua sungai iaitu Sungai Sarawak Kiri dan Sungai Sarawak Kanan. Persampelan telah dijalankan di empat stesen iaitu Jeti Pasar Ikan Gambir, bawah Jambatan Satok, tepi sangkar ikan Pak Mat dan sangkar ikan terbiar di Batu Kawa. Untuk memudahkan pengecaman diatom dengan lebih tepat, sampel diatom dibersihkan dengan menggunakan kaedah pengoksidaan asid nitrik. Keputusan menunjukkan bahawa kumpulan diatom adalah berbeza di antara stesen dan didominasi oleh genus diatom pennat. Dalam kajian ini, terdapat 23 genera diatom yang direkodkan. Genus yang lazim ditemui di setiap stesen persampelan ialah *Achnanthes*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Diploneis*, *Gomphonema*, *Meridion*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Stauroneis* dan *Synedra*. Parameter fizikokimia air yang direkodkan adalah dalam julat 2.08 mg l^{-1} - 3.26 mg l^{-1} bagi kandungan oksigen terlarut (DO), permintaan oksigen biokimia (BOD_5) 0.56 mg l^{-1} - 3.67 mg l^{-1} , arus air 0.03 m s^{-1} - 0.31 m s^{-1} , kekeruhan 21.80 FTU - 40.93 FTU , suhu 28.7°C - 37.4°C dan pH 5.40 - 6.40 .

Kata kunci: diatom bentik, Sungai Sarawak, pengoksidaan, parameter fizikokimia air.

ABSTRACT

This study aimed to record the assemblages and distribution of benthic diatom in Sarawak River, Kuching, a main river located in confluent of two rivers namely Sarawak Kiri River and Sarawak Kanan River. Samplings were carried out at four stations namely Jeti Pasar Ikan Gambir, under Satok Bridge, Pak Mat cage fish farm and abandoned cage fish at Batu Kawa. To facilitate accurate identification, the diatoms samples were cleaned using nitrite acid oxidation method. Results showed that the diatom assemblages varied between stations and dominated by pennate diatom genera. From the study conducted, there were a total of 23 diatoms genera recorded. The most common genera which occurred at every sampling station were *Achnanthes*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Diploneis*, *Gomphonema*, *Meridion*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Stauroneis* and *Synedra*. The physicochemical water parameters ranges from 2.08 mg l^{-1} - 3.26 mg l^{-1} for dissolved oxygen (DO), 0.56 mg l^{-1} - 3.67 mg l^{-1} for biochemical oxygen demand (BOD_5), 0.03 m s^{-1} - 0.31 m s^{-1} for water current, 21.80 FTU - 40.93 FTU for turbidity, 28.7°C - 37.4°C for temperature and 5.40 - 6.40 for pH.

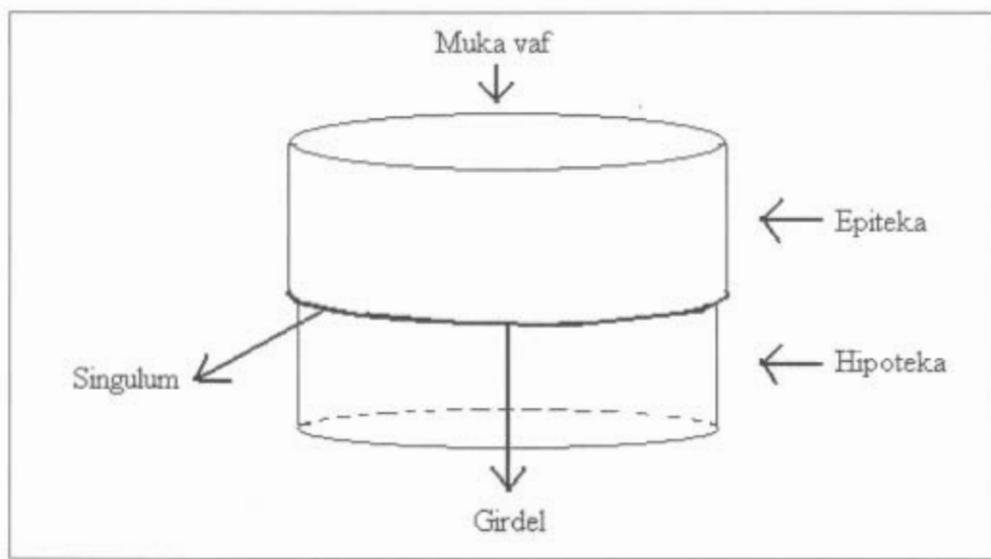
Key words: benthic diatom, Sarawak River, oxidation, physicochemical water parameter.

1.0 PENGENALAN

Komuniti “periphyton” merujuk kepada semua organisma hidup seperti bakteria, alga dan protozoa yang melekat pada sesuatu permukaan yang tenggelam. Kebiasaannya, alga bentik mendominasikan komponen “periphyton” di mana terdapatnya alga hijau, cyanobakteria dan diatom bentik. Diatom bentik sangat penting dalam pengeluaran primer bagi komuniti akuatik (Stevenson, 1996; Wehr & Sheath, 2003) dan kebanyakannya adalah terdiri daripada kumpulan diatom pennat.

Diatom adalah satu komponen yang sangat penting dalam komuniti “periphyton”. Menurut Lokman (1991), diatom boleh hidup dan membesar dengan cara melekat pada pelbagai jenis permukaan yang membentuk pelbagai nama komuniti bentik termasuklah epilitik (permukaan batu), epifitik (permukaan tumbuhan air atau makroalga), epizoik (permukaan tubuh haiwan air), episamik (permukaan pasir) dan epipelik (permukaan lumpur).

Diatom merupakan alga unisel dan mikroskopik. Kumpulan alga ini tergolong dalam kelas Bacillariophyceae dari filum Chrysophyta. Diatom ini terdiri lebih daripada 260 genera dan 100,000 spesies (Round *et al.*, 1990). Sel diatom boleh dibezakan daripada semua sel alga kerana ia mempunyai dinding silika atau frustul (teka). Frustul ialah struktur sel yang mempunyai sifat tahan lasak dan ia boleh melindungi kandungan selnya (Lokman, 1991). Frustul terdiri daripada epiteka dan hipoteka yang bercantum bersama. Epiteka dan hipoteka merupakan muka vaf yang terlekat pada singulum atau girdel (Rajah 1).



Rajah 1: Frustul diatom (Sumber: Lokman, 1991).

Diatom boleh dijumpai dalam pelbagai jenis bentuk seperti bulat, panjang, empat segi, tiga segi, elips atau poligon. Diatom boleh dibahagikan kepada dua kumpulan iaitu sentrik dan pennat. Diatom sentrik meliputi jenis diatom yang tidak bergerak dan kebiasaannya berbentuk bulat ataupun poligon dan bersimetri radial, manakala diatom pennat mempunyai bentuk memanjang dan bersimetri bilateral (Lokman, 1991).

Diatom boleh berfotosintesis untuk menghasilkan sejumlah bekalan oksigen. Diatom merupakan spesies paling banyak dalam kumpulan alga dengan 100,000 spesies (Mann, 1999). Organisma satu sel ini merupakan sama ada bersendirian, melekat pada sesuatu permukaan atau bersama dalam satu kelompok seperti koloni. Diatom boleh ditemui di laut, muara, sungai, kolam atau tasik. Diatom mempunyai saiz di antara 15 - 20 μm hingga 150 - 200 μm (Marlena, 2005). Kadang-kadang, diatom boleh hidup pada permukaan kasar seperti melekat di permukaan batu lembap, pasir atau kulit kayu lembap.

Diatom digunakan sebagai petunjuk ekologi kerana diatom paling banyak di kebanyakan sistem lotik dan juga digunakan sebagai garis panduan nombor indeks untuk pemantauan kualiti air (Kelly *et al.*, 1995). Diatom juga digunakan sebagai petunjuk biologi kerana setiap spesies diatom sensitif terhadap parameter fizikokimia air (Werner, 1977; Round, 1991), sensitif pada pertukaran kepekatan nutrien (Pan *et al.*, 1996), setiap taxa mempunyai spesifik yang terhad dan bertoleransi dengan nutrien seperti fosfat (Hall & Smol, 1992; Fritz *et al.*, 1993; Bennion, 1994; Reavie *et al.*, 1995; Bennion *et al.*, 1996) dan nitrogen (Christie & Smol, 1993) serta diatom cepat bertindak balas pada eutrofikasi dan pemulihan (Zeeb *et al.*, 1994).

Diatom juga boleh digunakan untuk dijadikan sebagai petunjuk pencemaran sungai (Wu & Suen, 1985; Wu, 1986). Walaubagaimanapun, maklumat dan data untuk taxa diatom adalah sangat sedikit. Suatu kajian telah dilakukan di Sungai Keelung di selatan Taiwan menunjukkan nisbah *Achnanthes*, *Cocconeis* dan *Cymbella* dengan *Cyclotella*, *Melosira* dan *Nitzschia* adalah berhubung baik dengan darjah pencemaran (Wu, 1999).

Penyelidikan diatom memberikan masa yang singkat dan kaedah yang cekap untuk memantau (Patrick, 1977; Sabater & Armengol, 1988; Rott, 1991; Round, 1991; Rushforth & Brock, 1991; Dixit *et al.*, 1992; Prygiel & Coste, 1993; Rott *et al.*, 1998; Stevenson & Pan, 1999; Stewart *et al.*, 1999; Hill *et al.*, 2000b) seperti mudah untuk disampel dan dikenalpasti, diutamakan tindak balas pada kimia air, toleransi pH, nutrien, tertumpu dan mudah untuk dibawa dari kawasan persampelan ke makmal untuk dianalisis (Stevenson, 1984).

1.1 Justifikasi

Di Malaysia, kajian tentang diatom bentik ini telah dilaporkan dijalankan di pantai Kota Kinabalu, Sabah (Harun, 1990), di pantai Pulau Pangkor, Perak (Cornelius, 1999), di Sungai Pinang, Penang (Maznah & Manshor, 2002) dan di paya bakau Kuala Paloh, Sarawak (Marlena, 2005). Walaubagaimanapun, maklumat tentang diatom bentik di Sarawak adalah sangat sedikit. Oleh itu, kajian ini dilakukan untuk mengetahui maklumat tentang kewujudan genus diatom bentik terutamanya di Sungai Sarawak.

Data-data tentang diatom bentik ini boleh menyumbang dan digunakan sebagai rujukan dalam kajian kualiti air di Sungai Sarawak pada masa hadapan. Kajian tentang diatom bentik di Sungai Sarawak ini adalah untuk mengenalpasti dan merekodkan taburan genus diatom bentik serta kaitannya dengan beberapa parameter fizikokimia air seperti suhu, pH, kekeruhan, arus air, oksigen terlarut (DO), permintaan oksigen biokimia (BOD_5) dan nutrien (ammonia, fosfat dan nitrat) di kawasan kajian tersebut.

2.0 OBJEKTIF

1. Untuk mengenalpasti komposisi genus diatom bentik di Sungai Sarawak.
2. Untuk mengetahui taburan genus diatom bentik di Sungai Sarawak dan kaitannya dengan parameter fizikokimia air di kawasan kajian.

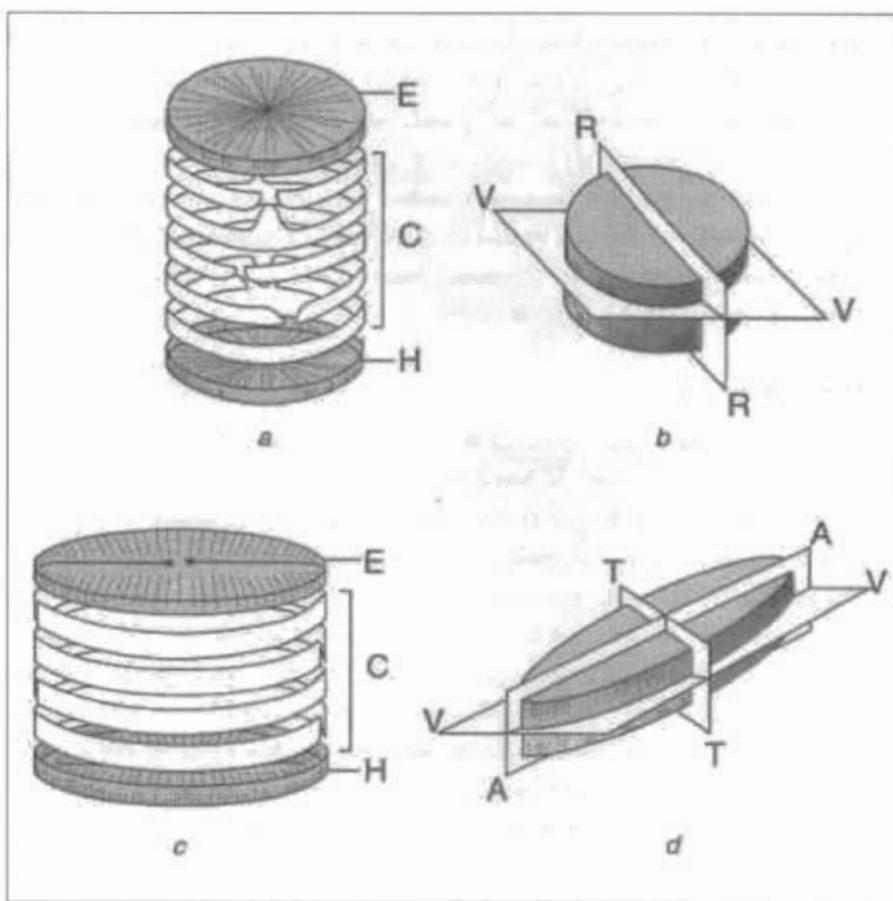
3.0 ULASAN KEPUSTAKAAN

3.1 Diatom Bersimetri

Diatom mempunyai dinding sel yang unik kerana terdiri daripada dua bahagian yang bertindih (frustul) yang diperbuat daripada silika. Bahagian dinding atas dikenali sebagai epiteka dan bahagian bawah dikenali sebagai hipoteka. Epiteka dan hipoteka bercantum rapat seperti piring petri. Epiteka yang lebih besar terdiri daripada komponen epivaf dan episingulum, manakala hipoteka terdiri daripada komponen hipovaf dan hiposingulum (Clinton, 1981; Philip, 1986; Lokman, 1990).

Kedua-dua teka bercantum kemas menjadi frustul. Frustul silika ini sangat tahan kepada proses pemusnahan menjadikannya tahan kepada pencernaan herbivor (Ahmad & Ahmad, 1994). Walau bagaimanapun, tidak semua frustul diatom mempunyai bahan binaan silika yang kukuh dan kuat. Misalnya genus *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Nitzschia* dan beberapa diatom di kawasan litoral mempunyai bahan binaan silika yang lemah (Gilbert, 1951).

Dari sudut pandangan vaf atau pandangan dari atas atau bawah, frustul diatom adalah berbentuk cembung dan melengkung ke dalam, manakala dari pandangan girdel (pandangan dari sisi diatom), frustul mempunyai beberapa bentuk yang tertentu, selalunya bentuk segiempat memanjang, bentuk kipas dan ada juga berbentuk bulatan atau elips (Rajah 2).



Rajah 2: Struktur frustul dan diatom bersimetri (Sumber: John, 2000).

a) Diatom sentrik

E: epivaf (muka vaf atas frustul); C: singulum (girdel); H: hipovaf (vaf bawah frustul). Singulum terdiri daripada kopul (jalur girdel). Kopul yang bersebelahan dengan vaf adalah valvokopul.

b) Diatom sentrik bersimetri

VV: satah valvar; RR: satah radial.

c) Diatom pennat

E: epivaf; C: singulum; H: hipovaf. Permukaan vaf adalah permukaan yang rata dan mendatar pada vaf tepi. Mantel ialah sebahagian vaf yang diselaputi oleh epivaf dan hipovaf.

d) Diatom pennat bersimetri

VV: satah valvar; AA: satah apeks; TT: satah transapeks. Paksi apeks berhubung dengan dua kutub di sepanjang garisan tengah. Paksi transapeks pula berhubung di tengah-tengah garisan antara epivaf dengan hipovaf.

3.2 Pembiakan Diatom

Dalam pembiakan aseksual, sel-sel diatom membahagi secara mitosis yang berlaku di dalam vaf (Rajah 3). Sel - sel baru yang terbentuk akan mengembang dan memaksa vaf-vaf untuk berpisah. Di dalam induk, vaf yang baru akan terbentuk.

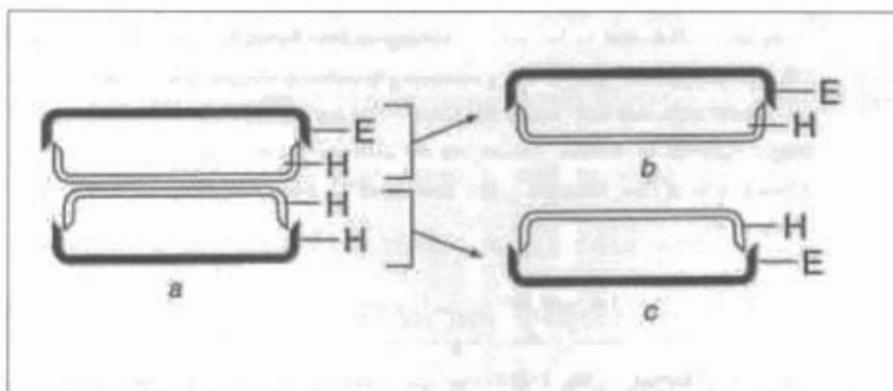
Salah satu daripada sel baru itu mempunyai saiz yang kecil daripada sel induk, manakala sel yang satu lagi, saiznya sama dengan induk. Apabila sel yang kecil tadi membahagi dan menghasilkan dua sel baru, salah satu sel tersebut menjadi lebih kecil. Walau demikian, dalam populasi diatom apabila sel telah mencapai saiz terendah, sel-sel ini akan menjalankan pembiakan seksual agar sel yang terhasil kembali kepada saiz induk asal (Cornelius, 1999).

Pengurangan saiz sel secara berperingkat-peringkat dalam satu populasi diatom dapat dihentikan dengan pembentukan aukospora (Ian, 1988). Aukospora ialah sel-sel besar yang berkembang daripada zigot yang baru. Hingga kini belum terdapat satu laporan yang sah tentang pembentukan aukospora secara vegetatif tetapi dianggap berkait

rapat dengan proses pembiakan seks (Lewin & Guillard, 1963). Proses pembiakan seks dikaitkan dengan pengurangan saiz sel dan untuk spesies tertentu, terdapat satu julat saiz yang jelas selalunya 30 - 40 peratus saiz maksimum, iaitu sel-selnya mampu menjadi seksual (Ian, 1988).

Dalam pembiakan vegetatif, sel-sel vegetatif diatom adalah diploid dan akan menghasilkan sel gamet. Bagi sesetengah diatom, tiga daripada empat gamet yang terhasil akan mengalami kemasuhan dan sel yang terselamat akan berkembang menjadi telur. Diatom yang keempat-empat gametnya tidak mengalami kemasuhan akan berkembang menjadi sperma uniflagelat. Sperma ini akan berenang untuk bersenyawa dengan telur tersebut (Randy *et al.*, 1995).

Diatom sentrik dan pennat mempunyai proses pembiakan seksual yang berbeza. Namun demikian, kedua-duanya adalah diploid dan meiosis pada peringkat akhir pembentukan gamet (Ian, 1988). Dalam pembiakan seksual bagi diatom pennat adalah berlaku secara isogami dan gametnya berkeadaan ameboid, manakala dalam diatom sentrik, proses seksual berlaku secara oogami dan spermatozoidnya berflagelum (Ian, 1988).



Rajah 3: Pembahagian sel-sel diatom (Sumber: John, 2000).

- a) E: epival; H: hypoval. Sel diatom membahagi dua; Hanya val yang kelihatan.
- b) Hasil pembahagian sel; Satu sel anak mengekalkan saiz yang sama seperti sel induk dengan pembentukan hipoval yang baru.
- c) Sel anak kedua yang mempunyai hipoteka asal sel induk yang mana sekarang merupakan epiteka dengan pembentukan hipoteka yang baru. Sel anak ini mempunyai saiz yang lebih kecil daripada sel induk.

3.3 Pergerakan Diatom

Pergerakan diatom selalunya terhad kepada spesies tertentu yang mempunyai rafe asli. Pergerakan yang perlahan boleh didapati pada spesies diatom tanpa rafe (Hendey, 1964) yang mungkin disebabkan oleh pergerakan dalam air atau pengeluaran cecair musilaj dari lubang yang terdapat pada struktur val diatom. Kebanyakan spesies diatom bergerak di antara 0.2 m s^{-1} hingga 25 m s^{-1} (Harper & Harper, 1967) dengan kadar masa 100 m s^{-1} hingga 200 m s^{-1} dan boleh berhenti dengan tiba-tiba (Edgar & Pickett-Heaps, 1983; Round *et al.*, 1990).

3.4 Aplikasi Diatom

Diatom boleh memainkan peranan yang penting dalam kegiatan akuakultur dan penilaian kualiti air (Lokman, 1991). Dari segi ekologi, diatom yang tersendiri dianggap boleh memainkan peranan untuk menilaikan tahap kualiti air dan pencemaran air. Kajian lanjut perlu dijalankan untuk mengetahui samada jenis diatom tertentu boleh menyerap bahan-bahan pencemaran air. Ini bermakna setiap diatom yang dipilih sebagai petunjuk biologi hendaklah diuji terlebih dahulu untuk menilai potensinya sebagai penyerap bahan pencemaran (Lokman, 1991).

Diatom boleh digunakan sebagai petunjuk dalam perubahan persekitaran pengaliran air sungai atau laut. Diatom juga digunakan secara meluas sebagai petunjuk kualiti air dan ianya merupakan komponen biologi dalam ekosistem akuatik yang mengesan gangguan persekitaran (Charles *et al.*, 1994). Di Amerika Syarikat kualiti beberapa buah sungai telah dinilai dengan menggunakan diatom sebagai petunjuk kualiti air (Stevenson & Pan, 1999).

Diatom boleh dikatakan sebagai kumpulan alga yang penting dalam ekonomi. Sesungguhnya diatom penting di dalam industri perikanan kerana peranannya sebagai sumber makanan untuk haiwan air tawar dan marin. Dinding-dinding sel diatom dituai dengan jumlah yang banyak sebagai ‘diatomaceous earth’ dan banyak digunakan dalam industri-industri pembuatan (Cornelius, 1999). ‘Diatomaceous earth’ digunakan sebagai penggosok untuk mengilap logam dan dalam ubat gigi. Ia juga digunakan sebagai penuras kolam renang, penuras bir dan wain. Cat yang memantul digunakan di lebuh raya, isyarat jalan dan plat lesen turut mengandungi dinding-dinding sel diatom (Cornelius, 1999).

Selain itu, bahan letupan juga mengandungi ‘diatomaceous earth’ yang bertindak sebagai penyerap yang dicampur dengan nitroglycerin. Oleh kerana kebanyakan fosil minyak asli berasal dari diatom, kehadiran diatom dalam sampel teras bumi adalah berguna sebagai petunjuk tinggalan minyak (Randy *et al.*, 1995). Diatom mempunyai rekod fosil yang meluas sejak zaman Cretaceous. Analisis terhadap fosil diatom mungkin juga memberi maklumat penting tentang keadaan persekitaran pada masa lampau.

Di Malaysia, hasil kajian tentang diatom sangat terhad. Satu kajian tentang kualiti Sungai Pinang yang berkaitan dengan komuniti diatom telah dijalankan oleh Maznah & Manshor (2002). Menurut Maznah dan Manshor (2002), komposisi spesies diatom telah ditemui dan ujian kegunaan dan kesesuaian komuniti struktur diatom digunakan sebagai petunjuk pencemaran Sungai Pinang.

Kajian yang lain termasuklah kajian ke atas populasi diatom bentik di kawasan intertidal Kota Kinabalu, Sabah (Harun, 1990), manakala Supiah (2004) telah menjalankan kajian terhadap mikroalga bentik di Manggut, Batang Saribas, Sarawak dan kajian tentang flora diatom bentik di kawasan paya bakau Paloh, Batang Rajang, Sarawak telah dijalankan oleh Marlena (2005).

3.5 Parameter Fizikokimia Air

3.5.1 Suhu

Suhu memainkan peranan yang penting dalam perhubungan dengan parameter kualiti air yang lain. Suhu banyak mempengaruhi keadaan fizikal dan tindak balas kimia dan biologi dalam sistem sungai tersebut. Suhu bagi sungai secara asasnya diukur dengan

pemindahan tenaga haba yang mempengaruhi keadaan air (Pluhowski, 1970). Diatom boleh hidup dengan baik dalam suhu antara 18°C hingga 30°C (Drebes, 1977).

3.5.2 pH

Menurut Murtedza & Ali (1999), pH diukur untuk mengesan kehadiran pencemaran asid atau alkali. Nilai pH yang kurang daripada 7.0 adalah dalam keadaan asid dan nilai pH yang melebihi 7.0 adalah dalam keadaan alkali. Pada pH 7.0 dan suhu 25°C boleh dikatakan berada dalam keadaan yang neutral tetapi nilai pH ini akan berkurang dengan kenaikan suhu (Robinson & Ward, 2000). Menurut Chapman (1969), kebanyakan diatom boleh bertahan dengan baik dalam julat pH 6.8 hingga pH 8.6 dan kebiasaannya tidak melebihi paras tersebut.

Peningkatan dan penurunan nilai pH daripada julat normal air boleh menyebabkan kehilangan spesies tertentu (NREB, 2002). Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui keadaan semulajadi air dan kesan pencemaran terhadap air dan komuniti diatom bentik. Air sungai yang tidak dipengaruhi oleh bahan bukan pencemar biasanya mempunyai nilai pH di antara 6.0 hingga 8.5 (Hem, 1985).

3.5.3 Permintaan Oksigen Biokimia (BOD_5)

Permintaan oksigen biokimia (BOD_5) merupakan jumlah oksigen yang diperlukan oleh bakteria untuk menghuraikan bahan organik untuk jangka masa lima hari dalam keadaan aerobik (Tebbutt, 1992). Pengukuran BOD_5 adalah untuk mengesan pencemaran bahan organik (Murtedza & Ali, 1999). Proses ini bergantung kepada pelbagai bahan organik yang terdapat di dalam air, mikroorganisma, keadaan kimia air tersebut, kehadiran toksik

dan adaptasi mikroorganisma terhadap bahan organik (Starck, 1992). Bagi BOD_5 yang mempunyai nilai yang tinggi menunjukkan kualiti air sungai adalah rendah.

3.5.4 Nutrien

Nutrien merupakan bahan bukan organik yang terhasil melalui air dan sisa-sisa pembuangan dan industri. Nutrien kebiasaananya dijumpai di kawasan sungai adalah seperti ammonia (NH_4), nitrat (NO_3), nitrit (NO_2), fosforus (P) dan silika (SiO_2) (Desikachary & Dweltz, 1961). Nitrogen dan fosforus sangat penting dalam perkembangan tumbuhan berair. Kandungan fosforus yang tinggi boleh mengakibatkan masalah kepada air sungai kerana pertumbuhan alga dikawal oleh nutrien tersebut dan pertambahan dalam kandungan fosforus boleh menggalakkan pertumbuhan alga dan peningkatan proses eutrofikasi (Bartam & Ballance, 1996).

Nilai ammonia-nitrogen yang tinggi boleh diperolehi daripada air yang tercemar dengan bahan buangan, baja, bahan buangan pertanian atau sisa-sisa industri yang mengandungi nitrogen organik, ammonia bebas atau garam ammonia (Bartam & Ballance, 1996). Para petani yang menternak ikan secara komersial membubuh baja ke dalam tangki dan kolam mereka untuk meningkatkan pertumbuhan diatom (Randy *et al.*, 1995). Manakala, silika pula sangat penting untuk diatom yang bergantung kepada kehadiran silika dalam pembentukan frustulnya.

4.0 BAHAN DAN KAEADAH

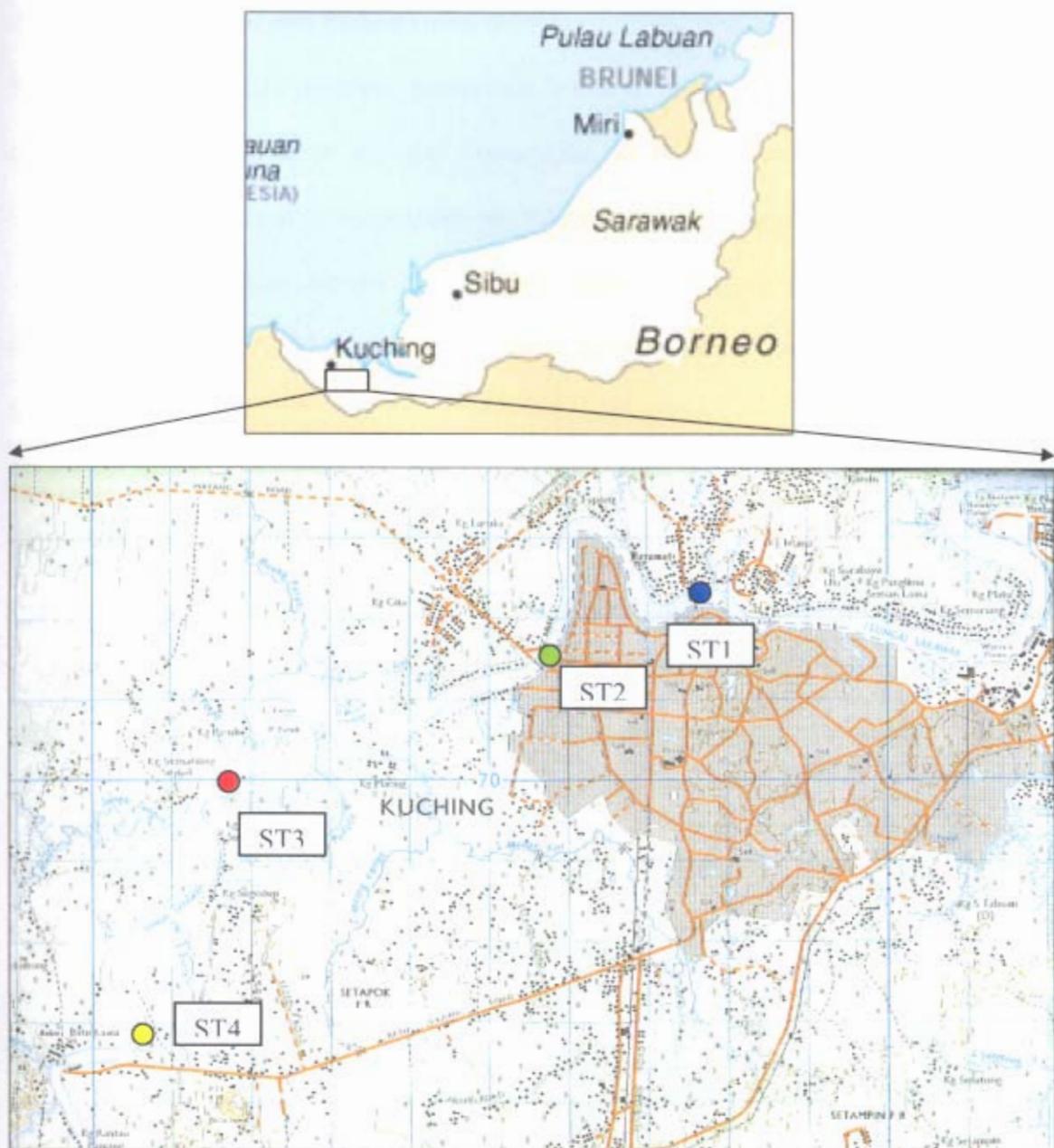
4.1 Kawasan Kajian

Sungai Sarawak merupakan salah satu sungai yang utama di Sarawak. Sungai ini terbentuk hasil pertemuan dua sungai iaitu Sungai Sarawak Kiri dan Sungai Sarawak Kanan. Sungai yang panjangnya 120 km ini mengalir menerusi bandar-bandar terutamanya bandaraya Kuching yang terkenal dengan pembangunan. Sungai Sarawak memainkan peranan yang penting terutamanya dari segi sosio-ekonomi penduduk yang tinggal di pinggirnya (Rajah 4).

Persampelan ini telah dilakukan pada 4 Oktober 2005 di sepanjang Sungai Sarawak. Empat stesen di sepanjang Sungai Sarawak telah ditetapkan untuk mengambil sampel diatom bentik serta pengukuran parameter fizikokimia air di kawasan kajian tersebut. Stesen 1 di Jeti Pasar Ikan Gambir, Stesen 2 di bawah Jambatan Satok, Stesen 3 di tepi sangkar ikan Pak Mat dan Stesen 4 di sangkar ikan terbiar di Batu Kawa (Rajah 4). Koordinat di kesemua stesen kajian ini dikenalpasti dengan menggunakan peta dan *Global Positioning System (GPS)*. Jadual 1 menunjukkan bacaan GPS di setiap stesen kajian:

Jadual 1: Bacaan GPS di setiap stesen kajian.

Stesen	Bacaan GPS
Stesen 1 (Jeti Pasar Ikan Gambir)	N 01° 33' 41.5" E 110° 20' 25.8"
Stesen 2 (bawah Jambatan Satok)	N 01° 33' 18.3" E 110° 19' 18.2"
Stesen 3 (tepi sangkar ikan Pak Mat)	N 01° 32' 18.1" E 110° 16' 54.4"
Stesen 4 (sangkar ikan terbiar di Batu Kawa)	N 01° 30' 59.9" E 110° 16' 31.4"



Rajah 4: Stesen persampelan di Sungai Sarawak.

Petunjuk:

●	Stesen 1 (ST1)
●	Stesen 2 (ST2)
●	Stesen 3 (ST3)
●	Stesen 4 (ST4)

4.2 Pengumpulan dan Pengecaman Diatom

Sampel diatom dikikis daripada permukaan substrat seperti batu, konkrit dan PVC dengan menggunakan berus gigi dan dimasukkan ke dalam plastik *Whirl Pak*. Berus tersebut dibasuh dengan menggunakan air suling untuk menanggalkan sampel diatom yang terlekat. Kesemua sampel diatom yang diambil di setiap stesen kajian diawet dengan larutan Lugol (APHA, 1995), dilabelkan dan kemudian dibawa balik ke makmal untuk dianalisis.

4.2.1 Pembersihan Frustul Diatom (Pengoksidaan)

Pembersihan frustul diatom dijalankan dengan mengambil 10 ml sampel diatom yang telah diawetkan dan diletakkan di dalam tabung uji (APHA, 1995). Kemudian, 10 ml asid nitrik ditambahkan untuk menghasilkan tindakbalas yang kuat. Selepas itu, sampel tersebut dibiarkan teroksida selama semalam.

Selepas 24 jam, ‘supernatant’ daripada tabung uji tadi dikeluarkan dengan menggunakan sifon dan sel-sel diatom kemudiannya dibersihkan dengan menambah air suling. Penggantian air suling tersebut dilakukan secara berulang-ulang sehingga sampel tersebut akhirnya menjadi bersih.

4.2.2 Penyediaan Slaid Diatom

Slaid dan penutup kaca yang digunakan adalah dibersihkan melalui basuhan asid (acid washed). Sampel diatom dititiskan di atas permukaan penutup slaid yang bersih dan dipanaskan di atas ‘hotplate’ untuk proses pengeringan dalam suhu yang minimum.