

**KAJIAN TAKSONOMI DAN EKOLOGI
PSEUDO-NITZSCHIA, SEJENIS ALGA
BERACUN, DI TELUK GAYA, SABAH**

FITRIATI KURNIASIH GHOLIB SANTOSA



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI

2004

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS[@]

JUDUL : KAJIAN TAKSONOMI DAN EKOLOGI *PSEUDO-NITZSCHIA*, SEJENIS ALGA BERACUN, DI TELUK GAYA, SABAH

IJAZAH : Sarjana (Sains Sekitaran)

SESI PENGAJIAN : 1999-2004

Saya, FITRIATI KURNIASIH GHOLIB SANTOSA mengaku membenarkan tesis sarjana ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat 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. TIDAK TERHAD.

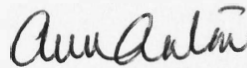


(FITRIATI KURNIASIH GHOLIB)

Disahkan oleh:



(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)



(Penyelia: Prof. ~~Datin~~ Dr. Ann Anton)

Tarikh: 19 Ogos 2004

Tarikh: 25/8/04

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

PENGAKUAN

Karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan, dan rujukan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

FITRIATI KURNIASIH GHOLIB SANTOSA

PS99-01-091

9 OGOS 2004



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

BismillahirRahmanirRahim.

Syukur ke hadrat Illahi, maka dengan limpah kurnia-Nya saya dapat menyiapkan kajian ini.

Ribuan terima kasih kepada Prof. Datin Dr. Ann Anton selaku penyelia di atas segala saranan, kritikan serta tunjuk ajar yang telah diberi sepanjang kajian ini dilakukan.

Penghargaan juga ditujukan kepada Ms Wong, Puan Doreen, Puan Rokiah, Encik Sukup, Wendy, Christopher, Johan, Josephine, Chong, Rosnani dan Christina di atas segala bantuan yang dihulurkan. Terima kasih juga kepada Shanti, Zul dan Azmi dari Institut Penyelidikan Bioteknologi; Puan Zainah dan Saiful dari Pusat Pengajian Pascasiswazah; dan Encik Bobby dari Jabatan Perkhidmatan Kajicuaca Malaysia atas kerjasama dan bantuan yang diberikan. Pengecaman spesies oleh Department of Botany, University of Copenhagen, Denmark dan pemberian pinjaman peralatan oleh Institut Penyelidikan Marin Borneo juga amat dihargai.

Kerjasama serta bantuan daripada kakitangan Jabatan Penyelidikan Perikanan terutama Encik Diki Juling, Encik Rejab Ag. Sibin dan Encik Mazlan Shadat sewaktu kerja-kerja pensampelan dilakukan amatlah dihargai. Terima kasih juga kepada KSTAS atas pemberian biasiswa melalui MPKSN.

Terutama buat kedua orang tua serta keluarga saya, setinggi-tinggi penghargaan kerana memahami serta untuk doa dan dorongan yang diberi. Tidak lupa juga kepada Bapak Nursalim sekeluarga.

Kepada yang tidak disebutkan, mohon maaf dan terima kasih atas apa juga pertolongan yang telah diberi.

ABSTRAK

KAJIAN TAKSONOMI DAN EKOLOGI *PSEUDO-NITZSCHIA*, SEJENIS ALGA BERACUN, DI TELUK GAYA, SABAH

Kajian ekologi dan taksonomi ke atas genus *Pseudo-nitzschia*, sejenis diatom yang berpotensi untuk menghasilkan toksin, telah dilakukan di Teluk Gaya, Kota Kinabalu, Sabah. Pensampelan bersepadu telah dilakukan setiap bulan selama 12 bulan (Mac 2000 sehingga Februari 2001) di 4 buah stesen pensampelan untuk menentukan variasi taburan dan kelimpahan genus ini. Sampel air diambil di beberapa kedalaman iaitu permukaan, 1m, 2m, 4m, 7m, dan 10m untuk menentukan taburan vertikal diatom ini di dalam turus air. Sampel air diawetkan dengan larutan Lugol untuk pengiraan sel. Sampel hidup diambil dan dikulturkan di dalam makmal untuk kajian taksonomi. Empat spesies telah ditemui di kawasan ini iaitu *P. pungens*, *P. brasiliensis*, *P. micropora* dan *P. sp. cf. pseudodelicatissima*. Bentuk dan saiz diatom telah dikenalpasti sebagai ciri utama dalam pengecaman menggunakan mikroskop kompaun, manakala corak pada vaf digunakan bagi pengecaman menggunakan mikroskop elektron (TEM). Berdasarkan hasil kajian, satu kekunci taksonomi telah dibina untuk pengecaman spesies *Pseudo-nitzschia* yang ditemui di Teluk Gaya. *Pseudo-nitzschia* spp. ditemui hadir sepanjang tahun namun kebanyakannya dalam kelimpahan sel yang rendah. Kelimpahan maksima *Pseudo-nitzschia* spp. dilihat pada bulan Oktober dan Disember, dan minima pada bulan Mac, April dan Mei. Ini menunjukkan kehadiran bermusim *Pseudo-nitzschia* spp. di kawasan ini. Taburan mendatar *Pseudo-nitzschia* spp. mendapati densiti sel yang lebih tinggi ditemui di stesen yang hampir dengan pesisir pantai. Taburan vertikal menunjukkan sel-sel biasanya ditemui pada kedalaman 1m. Peningkatan populasi *Pseudo-nitzschia* mungkin disebabkan pencampuran menegak yang menyebabkan nutrien dari dasar laut tersebar ke seluruh turus air. Corak kehadiran populasi *Pseudo-nitzschia* menunjukkan adanya pengaruh cuaca dan pergerakan air ke atas pertumbuhan dan taburan populasi *Pseudo-nitzschia*. Walaubagaimanapun, kajian dalam tempoh yang lebih panjang perlu dilakukan untuk melihat samada kehadiran bermusim genus ini adalah berkala.

ABSTRACT

STUDIES ON THE TAXONOMY AND ECOLOGY OF PSEUDO-NITZSCHIA, A TOXIC ALGAE, IN GAYA BAY, SABAH

Studies on the ecology and taxonomy of the diatom genus Pseudo-nitzschia, a potential toxin-producing alga, were carried out in Gaya Bay, Kota Kinabalu, Sabah. Integrated water samples were collected monthly for 12 months (March 2000 to February 2001) at 4 sampling stations to determine the variation in its distribution and abundance. Water samples at the surface, 1m, 2m, 4m, 7m and 10m depths were collected to determine its vertical distribution in the water column. The samples were preserved with Lugol's solution for cell enumeration. Live samples were collected and cultured in the laboratory for taxonomic identification. Four species of the genus were found in this area, viz. P. pungens, P. brasiliensis, P. micropora and P. sp. cf. pseudodelicatissima. The shape and size of the diatom was found to be the main taxonomic character for identification using the compound microscope, whereas the markings on the valve was used for the identification using transmission electron microscope (TEM). Based on the results of the study, a taxonomic key was constructed for the identification of the Pseudo-nitzschia species occurring in Gaya Bay. Pseudo-nitzschia spp. were found to be present all year round but mostly in low concentrations. The peaks of occurrence were observed in October and December and the lowest abundance was in March, April and May, indicating the presence of seasonal occurrence of Pseudo-nitzschia spp. in this area. The horizontal distribution of Pseudo-nitzschia spp. revealed that its abundance was higher at the stations located near the coast compared to the stations in the open sea area. The vertical distribution showed that the cells were found mostly in the 1m depth. The increase in Pseudo-nitzschia population could be due to redistribution of nutrients from lower depth due to physical mixing of water column. The fluctuations in population indicate the effect of climate and water movement in affecting the distribution and population growth of Pseudo-nitzschia. However, longer periods of study are required to see if the seasonal occurrence of this genus is periodic.

SINGKATAN

ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
HPLC	<i>High Performance Liquid Chromatography</i>
ppt	<i>part per thousand (bahagian per seribu)</i>
rpm	<i>revolutions per minute</i>
TEM	<i>Transmission Electron Microscope</i>



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

KANDUNGAN

	Halaman
JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SINGKATAN	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI LAMPIRAN	xiii
GLOSARI	xiv
BAB 1 PENGENALAN	1
BAB 2 ULASAN RUJUKAN	4
2.1 Pengenalan	4
2.2 Taksonomi dan morfologi <i>Pseudo-nitzschia</i>	5
2.3 Peristiwa keracunan	10
2.4 Keracunan kerangan amnesik	14
2.5 Toksin	15
2.6 Taburan	17
2.7 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan sintesis asid domoik oleh <i>Pseudo-nitzschia</i>	18
2.7.1 Suhu	19
2.7.2 Saliniti	21
2.7.3 Nutrien	22
2.7.4 Keamatan cahaya	23
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH	24
3.1 Kawasan kajian	24
3.2 Kajian taburan mendatar dan menegak	26
3.2.1 Pengiraan dan pengecaman spesies	28
3.3 Pengukuran parameter sekitaran	29
3.4 Pengkulturan Sel Tulin <i>Pseudo-nitzschia</i>	29
3.4.1 Kajian kesan saliniti ke atas pertumbuhan <i>P. pungens</i>	30
3.4.2 Kajian kesan pergolakan ke atas pertumbuhan <i>P. pungens</i>	32
3.5 Kajian taksonomi	32
3.6 Analisa statistik	34
BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	35
4.1 Kajian ekologi	35
4.1.1 Variasi bulanan populasi <i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	35
4.1.2 Taburan mendatar populasi <i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	52
4.1.3 Taburan menegak populasi <i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	55
4.2 Kajian makmal untuk menguji kesan sekitaran ke atas pertumbuhan <i>Pseudo-nitzschia</i>	60
4.2.1 Kesan saliniti ke atas pertumbuhan <i>P. pungens</i>	60
4.2.2 Kesan pergolakan ke atas pertumbuhan <i>P. pungens</i>	62
4.3 Kajian taksonomi	69
4.3.1 Taksonomi <i>Pseudo-nitzschia</i>	69
4.3.2 Kekunci untuk pengecaman spesies <i>Pseudo-nitzschia</i> di Teluk Gaya	91

BAB 5 KESIMPULAN	93
RUJUKAN	102
LAMPIRAN A	109
LAMPIRAN B	111
LAMPIRAN C	113
LAMPIRAN D	114
LAMPIRAN E	115



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
Jadual 2.1:	Spesies di bawah genus <i>Pseudo-nitzschia</i> .	9
Jadual 2.2:	Ahli genus <i>Pseudo-nitzschia</i> yang berupaya menghasilkan asid domoik.	13
Jadual 3.1:	Koordinat kedudukan stesen-stesen pensampelan.	24
Jadual 4.1:	Kadar pertumbuhan <i>P. pungens</i> yang diisolasi dari Teluk Gaya, Sabah pada (a) saliniti berbeza, (b) pergolakan berbeza.	64
Jadual 4.2:	Perbandingan kriteria dan morfologi spesies-spesies <i>Pseudo-nitzschia</i> yang ditemui di Teluk Gaya.	92



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Halaman
Rajah 2.1: Komponen frustul diatom.	7
Rajah 2.2: Terminologi/istilah yang digunakan dalam pengecaman <i>Pseudo-nitzschia</i> .	8
Rajah 2.3: Struktur kimia asid domoik.	16
Rajah 3.1: Peta Sabah.	25
Rajah 3.2: Lokasi kawasan kajian menunjukkan stesen pensampelan.	27
Rajah 4.1: Taburan mendatar populasi <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. di Teluk Gaya bermula dari Mac 2000 sehingga Februari 2001.	38
Rajah 4.2: Densiti relatif <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. kepada jumlah fitoplankton di Teluk Gaya bermula dari Mac 2000 sehingga Februari 2001.	39
Rajah 4.3: Bilangan sel fitoplankton dan <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. di stesen 1.	40
Rajah 4.4: Bilangan sel fitoplankton dan <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. di stesen 2.	40
Rajah 4.5: Bilangan sel fitoplankton dan <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. di stesen 3.	41
Rajah 4.6: Bilangan sel fitoplankton dan <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. di stesen 4.	41
Rajah 4.7: Suhu air laut ($^{\circ}$ C) di stesen 1,2,3 dan 4 di Teluk Gaya bermula dari Mac 2000 hingga Februari 2001.	46
Rajah 4.8: Nilai saliniti (ppt) di stesen 1, 2, 3, dan 4 di Teluk Gaya bermula dari bulan Mac 2000 sehingga Februari 2001.	47
Rajah 4.9: Nilai konduktiviti (mS/cm) di stesen 1, 2, 3, dan 4 di Teluk Gaya bermula dari bulan Mac 2000 sehingga Februari 2001.	48
Rajah 4.10: Nilai pH di stesen 1, 2, 3, dan 4 di Teluk Gaya bermula dari bulan Mac 2000 sehingga Februari 2001.	49
Rajah 4.11: Nilai oksigen terlarut (mg/L) di stesen 1, 2, 3, dan 4 di Teluk Gaya bermula dari bulan Mac 2000 sehingga Februari 2001.	50

Rajah 4.12:	Nilai jumlah pepejal terampai (mg/L) di setiap stesen kajian bermula dari September 2000 sehingga Februari 2001.	51
Rajah 4.13:	Taburan menegak <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. di stesen 1 bermula dari April 2000 hingga Februari 2001.	58
Rajah 4.14:	Taburan menegak <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. di stesen 4 bermula dari April 2000 hingga Februari 2001.	59
Rajah 4.15:	Keluk pertumbuhan bagi kesan saliniti ke atas pertumbuhan <i>P. pungens</i> .	65
Rajah 4.16:	Bilangan sel maksima bagi kesan saliniti ke atas pertumbuhan <i>P. pungens</i> .	66
Rajah 4.17:	Kadar tumbesaran bagi setiap rawatan kesan saliniti ke atas pertumbuhan <i>P. pungens</i> .	66
Rajah 4.18:	Keluk pertumbuhan bagi kesan pergolakan berbeza ke atas pertumbuhan <i>P. pungens</i> .	67
Rajah 4.19:	Bilangan sel maksima bagi kesan pergolakan ke atas pertumbuhan <i>P. pungens</i> .	68
Rajah 4.20:	Kadar tumbesaran bagi setiap rawatan kesan pergolakan berbeza ke atas pertumbuhan <i>P. pungens</i> .	68
Rajah 4.21:	<i>P. pungens</i> . Keseluruhan sel dilihat dari bahagian vaf. Pembesaran: x2 000, skala bar = 5 μ m.	73
Rajah 4.22:	<i>P. pungens</i> . Bahagian tengah sel, nodul pusat tiada. Kelihatan 2 baris poroid membarisi setiap stria. Perhatikan saiz poroid yang besar. Pembesaran: x10 000, skala bar = 1 μ m.	74
Rajah 4.23:	<i>P. pungens</i> . Hujung sel. Pembesaran: x6 000, skala bar = 2 μ m.	75
Rajah 4.24:	<i>P. micropora</i> . Keseluruhan sel. Perhatikan bahagian tengah sel yang lebar sebelum menirus ke arah hujung sel. Pembesaran: x5 000, skala bar = 2 μ m.	77
Rajah 4.25:	<i>P. micropora</i> . Bahagian tengah sel. Nodul pusat tidak ada. Pembesaran: x20 000, skala bar = 1 μ m.	78
Rajah 4.26:	<i>P. brasiliiana</i> . Keseluruhan sel dilihat dari bahagian vaf. Perhatikan hujung sel yang membulat. Pembesaran: x4 000, skala bar = 5 μ m.	80

- Rajah 4.27: *P. brasiliana*. 81
Bahagian tengah sel, setiap stria mempunyai 2 baris poroid yang kecil. Nodul pusat tidak ada.
Pembesaran: x16 000, skala bar = $1\mu\text{m}$.
- Rajah 4.28: *P. sp. cf. pseudodelicatissima* 83
Keseluruhan sel. Perhatikan nodul pusat di bahagian tengah sel. Pembesaran: x3 000, skala bar = $3\mu\text{m}$.
- Rajah 4.29: *P. sp. cf. pseudodelicatissima*. 84
Bahagian tengah sel menunjukkan nodul pusat. Setiap stria dibarisi oleh 1 baris poroid.
Pembesaran: x20 000, skala bar = $1\mu\text{m}$.
- Rajah 4.30: *P. sp. cf. pseudodelicatissima*. 85
Hujung sel yang berbentuk tirus.
Pembesaran: x20 000, skala bar = $1\mu\text{m}$.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
LAMPIRAN A: Nilai parameter sekitaran di permukaan dan pada kedalaman 4m bagi stesen 1, dan 10 m bagi stesen 2,3, dan 4 sepanjang tempoh kajian.	109
LAMPIRAN B: Kekunci sebahagian dari spesies <i>Pseudo-nitzschia</i> berdasarkan Hasle & Fryxell (1997).	111
LAMPIRAN C: Senarai fitoplankton yang ditemui sepanjang tempoh kajian (Mac 2000 – Februari 2001).	113
LAMPIRAN D: Data jumlah hujan, purata kelajuan angin, dan purata evaporasi di stesen Kota Kinabalu.	114
LAMPIRAN E: Graf jumlah hujan, purata kelajuan angin, dan purata evaporasi di stesen Kota Kinabalu	115



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

GLOSARI

Areola	Tebukan melalui lapisan bersilika frustul diatom.
Epiteka	Bahagian vaf yang lebih tua dan bersaiz lebih besar.
Filamen	Sel tersusun yang bercantum dari satu hujung sel ke sel lain dalam satu siri, bercabang atau tidak bercabang.
Frustul	Dinding silika diatom.
Fusiform	Berbentuk memanjang, lebar di bahagian tengah dan menirus ke bahagian hujung.
Girdel	Sebahagian daripada frustul diatom yang terletak di antara epiteka dan hipoteka.
Hipoteka	Bahagian vaf yang lebih muda dan bersaiz lebih kecil.
Lanseolat	Bentuk lembing, panjang dan sempit dengan garis hampir selari, menirus ke arah hujung.
Pseudorafe	Rafe palsu, kawasan kosong yang membentuk garisan pada bahagian vaf diatom.
Rafe	Celahan atau rekahan di bahagian vaf diatom.
Sigmoid	Berbentuk seperti huruf S.
Stria	Garisan halus di permukaan frustul diatom.
Trunkat	Berbentuk rata.
Vaf	Permukaan frustul diatom, berbentuk sama ada rata atau melengkung.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Alga mikroskopik yang dikenali sebagai fitoplankton telah lama diketahui kepentingannya sebagai penghasil primer dalam ekosistem akuatik. Kepentingannya bukan sahaja sebagai pengeluar primer, tetapi juga dari segi kesan negatif yang ditimbulkan terutamanya kemampuan sesetengah spesies fitoplankton menghasilkan toksin (Hallegraeff, 1993). Toksin dipindahkan kepada haiwan peringkat tinggi melalui jaringan makanan. Haiwan kerangan yang melakukan proses pemakanan secara menapis air laut merupakan vektor utama bagi keracunan biotoksin marin. Toksin dari fitoplankton terhimpun di dalam tisu kerangan semasa haiwan kerangan tersebut melakukan proses pemakanan. Walaupun terhimpun di dalam tisu, toksin tidak memberi sebarang kesan buruk ke atas kerangan itu sendiri.

Diatom dari genus *Pseudo-nitzschia* merupakan salah satu spesies fitoplankton penghasil toksin. Toksin yang dihasilkan menyebabkan keracunan yang dikenali sebagai Keracunan Kerangan Amnesik (*Amnesic Shellfish Poisoning, ASP*). Genus *Pseudo-nitzschia* mempunyai lebih daripada 20 spesies. Berdasarkan peristiwa keracunan yang telah berlaku dan kajian di dalam makmal, 10 spesies (iaitu *P. multiseriata*, *P. delicatissima*, *P. pseudodelicatissima*, *P. australis*, *P. seriata*, *P. pungens*, *P. fraudulenta*, *P. turgidula*, *P. multistriata* dan *P. sp. cf. pseudodelicatissima*) telah dikenalpasti berupaya menghasilkan racun (Bates *et al.*, 1998; Sarno & Dahlman, 2000; Pan *et al.*, 2001).

Taburan genus *Pseudo-nitzschia* adalah tersebar luas di serata dunia. Beberapa kajian ke atas alga beracun di perairan Sabah (misalnya Alexander, 1999) telah menemui *Pseudo-nitzschia* spp. di dalam sampel lapangan. Walau bagaimanapun, sehingga kini masih belum ada dilaporkan berlakunya keracunan kerangan akibat asid domoik di perairan Sabah. Kajian ini dijalankan bertujuan untuk mengenalpasti sama ada spesies-spesies *Pseudo-nitzschia* yang ditemui di perairan Sabah adalah tergolong sebagai spesies yang telah dikenalpasti berpotensi menghasilkan toksin. Ini juga sebagai langkah berjaga-jaga disebabkan beberapa spesies *Pseudo-nitzschia* adalah sangat beracun dan telah menyebabkan terjadinya keracunan di beberapa buah negara seperti Kanada dan Amerika.

Maklumat berkenaan *Pseudo-nitzschia* dari kawasan-kawasan tropika dan sub-tropika adalah sedikit dan sukar diperolehi kerana kajian ke atas genus *Pseudo-nitzschia* lebih tertumpu di kawasan temperat, dan kurang dijalankan di kawasan tropika dan subtropika (Hasle, 2002). Di perairan Sabah pula, kajian berkenaan alga beracun lebih tertumpu kepada dinoflagelat. Ini mungkin disebabkan blum alga beracun yang muncul hampir setiap tahun di Sabah semenjak peristiwa pertama dilaporkan pada 1976, adalah disebabkan oleh dinoflagelat *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*.

Ketoksikan dan kemampuan spesies *Pseudo-nitzschia* menghasilkan racun adalah berbeza kerana terdapat juga laporan terdapatnya strain yang tidak toksik pada spesies-spesies beracun tersebut (lihat Bates *et al.*, 1998). Laporan-laporan berkenaan menekankan pentingnya kajian taksonomi disamping kajian ekologi ke atas spesies-spesies *Pseudo-nitzschia* yang ditemui di sesuatu perairan.

Kajian ini adalah kajian pertama ke atas genus *Pseudo-nitzschia* di perairan Sabah. Justeru, objektif kajian ini adalah mendapatkan maklumat asas ataupun *baseline data* berkenaan ekologi dan taksonomi *Pseudo-nitzschia* di kawasan ini. Hasil kajian ini akan membantu dalam menjalankan kajian-kajian selanjutnya yang lebih terperinci ke atas genus.

Disamping itu, hasil kajian juga akan menambah maklumat berkenaan alga beracun secara am di Malaysia, dan khasnya di negeri Sabah. Ini seterusnya dapat membantu dalam pembentukan dan pelaksanaan strategi pengurusan alga beracun di negara ini.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 2

ULASAN RUJUKAN

2.1 Pengenalan

Genus *Pseudo-nitzschia* mula mendapat perhatian ramai apabila dikaitkan dengan keracunan kerangan di Prince Edwards Island, Kanada pada musim luruh tahun 1987. *Pseudo-nitzschia* adalah diatom yang tergolong di dalam famili Bacillariaceae. Diatom mempunyai dinding sel dinamakan frustul yang terbina daripada silikon dioksida. Frustul mengandungi beberapa komponen iaitu hipoteka, epiteka dan girdel. Epiteka yang merupakan bahagian vaf yang lebih besar dan lebih tua menutupi vaf yang lebih kecil iaitu hipoteka. Epiteka terdiri daripada epivaf dan episingulum manakala hipoteka terdiri daripada hipovaf dan hiposingulum (Rajah 2.1). Girdel yang terdiri daripada episingulum dan hiposingulum berperanan sebagai 'tali' yang menggabungkan kedua-dua vaf tersebut. Percantuman di antara epiteka dan hipoteka adalah seumpama dua bahagian piring petri yang bertutup rapat. Frustul diatom dihiasi lubang-lubang dengan corak yang spesifik bagi sesuatu spesies dan hiasan ini beserta struktur frustul menjadi asas penting dalam pengkelasan sistematik diatom.

Diatom terbahagi kepada 2 kumpulan iaitu diatom sentrik dan diatom penat berdasarkan bentuk vaf dan susun atur pola di bahagian vaf. Diatom sentrik mempunyai vaf berbentuk bulat dengan pola yang tersusun secara radial; diatom penat pula berbentuk memanjang dengan susunan pola secara bilateral. Diatom boleh ditemui samada di habitat air tawar atau di kawasan marin. Genus *Pseudo-nitzschia* tergolong dalam kumpulan diatom penat yang mendiami kawasan marin.

2.2 Taksonomi dan morfologi *Pseudo-nitzschia*

Ahli-ahli *Pseudo-nitzschia* di dalam kepustakaan lama biasanya digolongkan di bawah genus *Nitzschia* sebagai *N. seriata* ataupun *N. pungens*. Laporan pertama tentang peristiwa keracunan asid domoik yang berlaku di Kanada (Bates *et al.*, 1989) juga telah menggunakan nama "*Nitzschia pungens* f. *multiseries*" sebagai penyebab keracunan tersebut. Peristiwa keracunan yang berlaku di Kanada tersebut telah mendorong pengkajian semula ke atas taksonomi genus ini. Hasle (1994), setelah membandingkan maklumat-maklumat yang ada di antara ahli-ahli *Nitzschia* dan *Pseudo-nitzschia*; memisahkan *Pseudo-nitzschia* daripada genus *Nitzschia* berasaskan kepada gabungan ciri-ciri morfologi dan ekologi *Pseudo-nitzschia*.

Berdasarkan Hasle & Fryxell (1995), ciri-ciri umum *Pseudo-nitzschia* adalah seperti berikut:

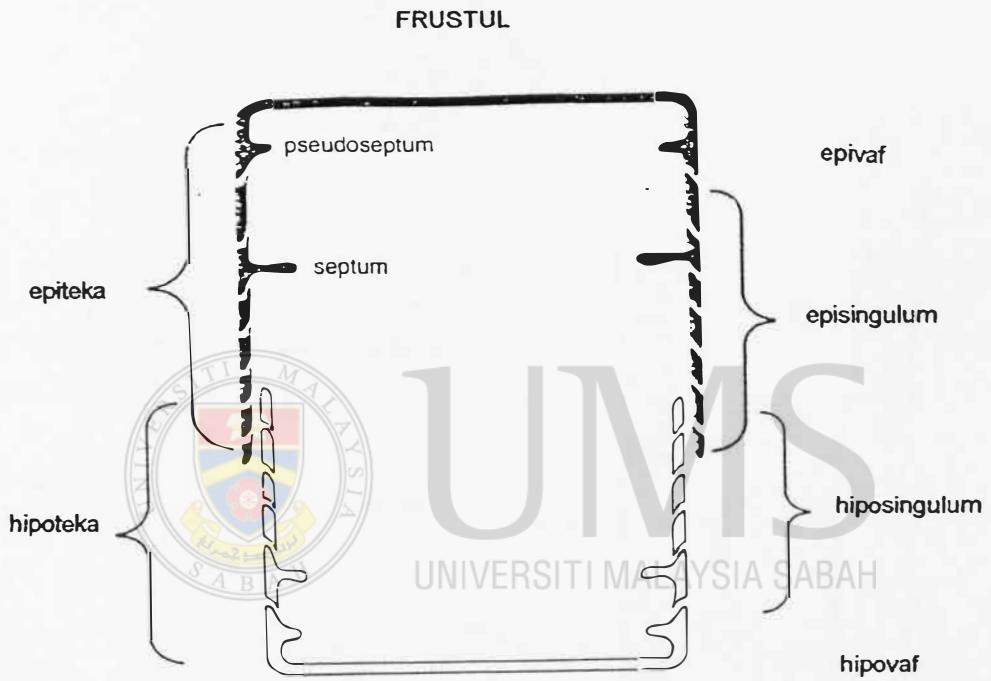
- (i) sel memanjang tersusun dalam koloni rantai bertingkat,
- (ii) vaf berbentuk lanseolat, fusiform atau linear dengan hujung yang membulat atau runcing; bahagian girdel berbentuk fusiform atau empat segi tepat,
- (iii) vaf yang pipih dilapisi silika yang nipis,
- (iv) raphe yang sangat eksentrik, dan
- (v) mempunyai 2 plat kloroplas diatur secara simetri.

Koloni rantai bertingkat seperti susunan anak tangga yang terhasil dari pertindihan hujung sel dapat dilihat apabila sel berada dalam keadaan girdel. Koloni rantai bertingkat selalunya digunakan untuk mengenal genus *Pseudo-nitzschia* di bawah mikroskop cahaya.

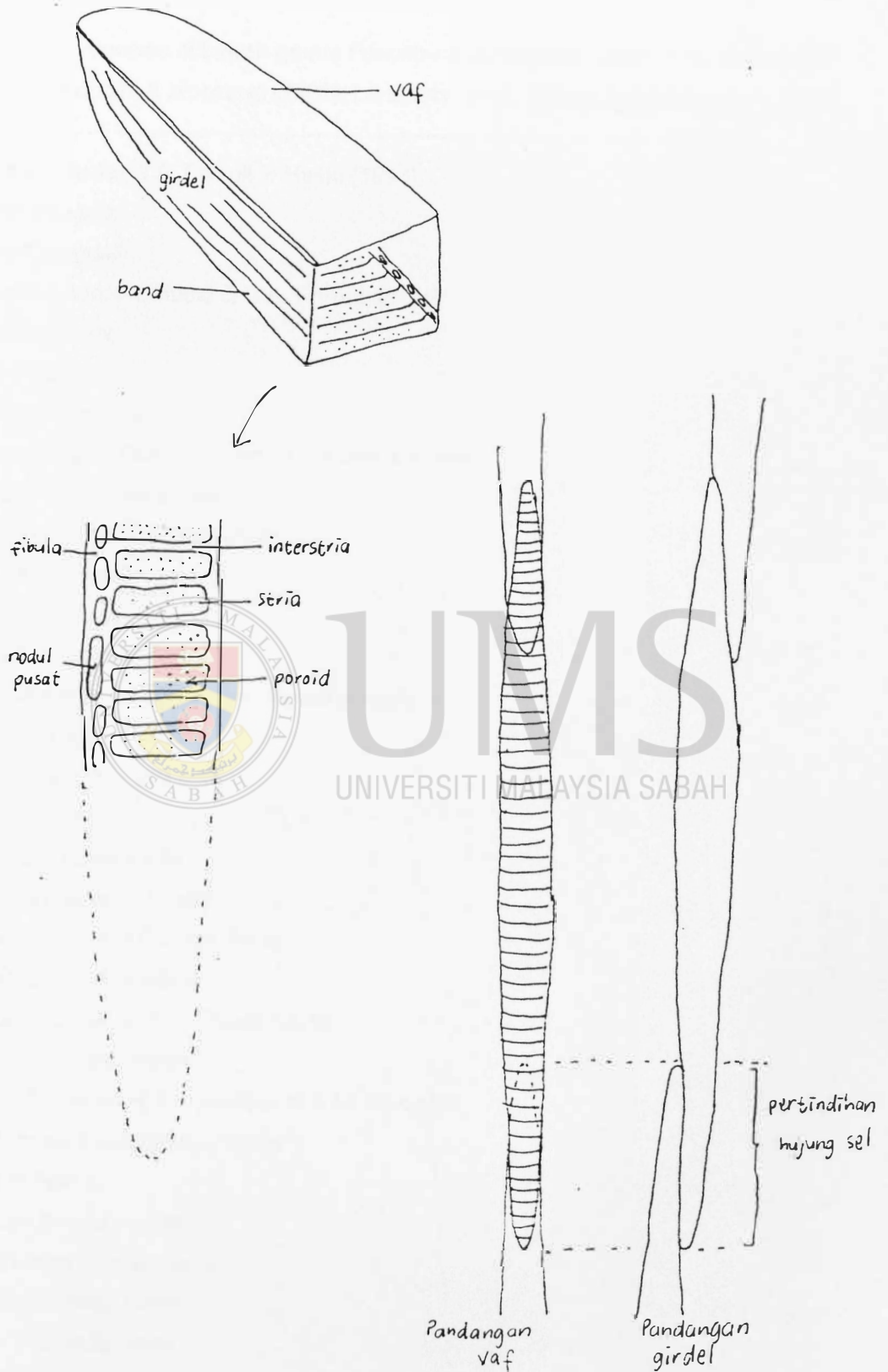
Struktur dan hiasan pada frustul menjadi asas dalam pengkelasan diatom, dan dapat dilihat dengan lebih jelas sekiranya sel telah dibersihkan iaitu kandungan organik dipisahkan daripada sel diatom. Sel-sel yang telah diproses dengan asid

perlu dilekapkan dengan pelekap berindeks pembiasan yang tinggi sebelum struktur pada frustul boleh diperhatikan di bawah mikroskop cahaya ataupun mikroskop kompaun. Selain lapisan silika yang nipis pada frustulnya, spesies-spesies dalam genus *Pseudo-nitzschia* kebanyakannya mirip antara satu sama lain. Ini menyukarkan sel untuk dibezakan secara morfologi; maka identifikasi yang tepat memerlukan pengamatan melalui mikroskop elektron ke atas pola hiasan di bahagian frustul. Hasle & Fryxell (1995) menyenaraikan ciri-ciri penting dalam identifikasi spesies-spesies *Pseudo-nitzschia* iaitu simetri sel, ukuran panjang dan lebar vaf, bentuk vaf dilihat dari pandangan vaf dan girdel, bilangan poroid dalam jarak $1\mu\text{m}$, bilangan baris poroid dalam stria, perbandingan bilangan interstria dan fibula dalam $10\mu\text{m}$, kehadiran nodul pusat dan jarak pertindihan di antara dua hujung sel di dalam satu koloni (Rajah 2.2).

Genus *Pseudo-nitzschia* mengandungi lebih daripada 20 spesies (Fryxell *et al.*, 1997; Jadual 2.1) dan terbahagi kepada dua kumpulan iaitu kumpulan *seriata* dan kumpulan *delicatissima* (Hasle, 1965; Hasle & Syvertsen, 1996). Dua kumpulan tersebut dibezakan oleh lebar vaf yang mana kumpulan *seriata* mempunyai lebar melebihi $3\mu\text{m}$ manakala kumpulan *delicatissima* mempunyai lebar vaf yang kurang daripada $3\mu\text{m}$.



Rajah 2.1 : Komponen frustul diatom (Sumber: Hasle & Syvertsen, 1997).



Rajah 2.2: Terminologi/istilah yang digunakan dalam pengecaman *Pseudo-nitzschia*

Jadual 2.1: Spesies di bawah genus *Pseudo-nitzschia* (dari Fryxell *et al.*, (1997); Lundholm & Moestrup (2002); Lundholm *et al.*, 2002a; Lundholm *et al.*, 2003).

-
- P. americana* (Hasle) G.A. Fryxell *in* Hasle (1993)
P. antartica Manguin
P. australis Frenguelli
P. brasiliiana Lundholm, Hasle & G.A. Fryxell *sp. nov.*
P. caciaantha *sp. nov.*
P. calliantha *sp. nov.*
P. cuspidata (Hasle) Hasle
P. delicatissima (P.T Cleve) Heiden *in* Heiden & Kolbe
P. fraudulenta (P.T. Cleve) Hasle
P. galaxiae Lundholm & Moestrup *sp. nov.*
P. granii (Hasle) Hasle
P. heimii Manguin
P. inflatula (Hasle) Hasle
P. linea Lundholm, Hasle and G.A. Fryxell *sp. nov.*
P. lineola (P.T Cleve) Hasle
P. prolongatoides (Hasle) Hasle
P. micropora *sp. nov.*
P. multiseries (Hasle) Hasle
P. multistriata (Takano) Takano
P. pseudodelicatissima (Hasle) Hasle
P. sp. cf. pseudodelicatissima
P. pungens (Grunow *ex* P.T. Cleve) Hasle
P. pungiformis (Hasle) Hasle
P. seriata (P.T. Cleve) H. Peragallo *in* H.& M. Peragallo
P. seriata *forma obtusa* (Hasle) Hasle
P. silica Qi *et* Wang
P. subcurvata (Hasle) Hasle
P. subfraudulenta (Hasle) Hasle
P. subpacifica (Hasle) Hasle
P. turgidula (Hustedt) Hasle
P. turgiduloides (Hasle) Hasle