

**PENGARUH FAKTOR-FAKTOR PERSEKITARAN TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN KEMANDIRIAN TIRAM KOMERSIL,
Crassostrea iredalei (Faustino) DI KAWASAN PENTERNAKAN TIRAM DI
KG. TELAGA NENAS, PERAK.**

IZWANDY BIN IDRIS

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

OKTOBER 2006

**PENGARUH FAKTOR-FAKTOR PERSEKITARAN TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN KEMANDIRIAN TIRAM KOMERSIL,
Crassostrea iredalei (Faustino) DI KAWASAN PENTERNAKAN TIRAM DI
KG. TELAGA NENAS, PERAK.**

oleh

IZWANDY BIN IDRIS

**Tesis yang diserahkan untuk memenuhi keperluan bagi
Ijazah Sarjana Sains**

OKTOBER 2006

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah, lagi Maha Pengasih.

Segala puji bagi Allah tuhan sekalian alam. Selawat dan salam kepada manusia mulia Muhammad S.A.W, keluarga baginda, serta sahabat-sahabat baginda.

Alhamdulillah, dengan keizinan, rahmat, petunjuk dan perlindunganNya akhirnya dapat saya menyelesaikan penyelidikan serta penulisan untuk ijazah Sarjana Sains buat sekian kalinya.

Di kesempatan ini, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia utama, Dr. Aileen Tan Shau Hwai dan penyelia bersama saya, Prof. Dr. Zulfigar Yasin atas dorongan, nasihat, tunjuk ajar serta kesabaran dalam membimbing saya dalam menjalankan penyelidikan ini. Mereka berdua banyak memberi saya inspirasi dan pengalaman dalam mendalami dan meminati bidang biologi marin sepanjang saya berada di bawah bimbingan mereka.

Kepada rakan-rakan seperjuangan di CEMACS (Sim, Cheah Wee, Wai Sin, Bee Wah, Jantzen dan Yvonne) serta kedua senior saya, abg Mahadi dan kak Saz, terima kasih yang tidak terhingga atas segala-galanya. Tidak lupa juga kepada 3 generasi pelajar tahun akhir yang terlibat secara tidak langsung dalam penyelidikan saya. Pengalaman ketika bersama kalian semua adalah sesuatu yang tidak akan saya lupakan. Kepada En. Yunus dan Kak Siah (Telaga Nenas) serta staff di Muka Head dan PPSKH dan nama-nama yang tidak dapat saya nyatakan di sini, hanya Allah sahaja yang dapat membalas segala jasa yang anda semua berikan.

Kepada penghuni Raudhus Solihin, terima kasih kerana memahami situasi diri saya dalam menghadapi cabaran pengajian ini.

To Prof Andrew McMinn, D.Sc from International Antarctic and Southern Ocean Studies, Tasmania, thank you very much for your technical assistance. I hope that we can work together sometime in the future.

Kepada abah, mak di Lubok China serta abah dan ma di Machang, tanpa keizinan dan restu kalian, pasti kajian dan tesis ini tidak sampai hingga ke tahap ini.

Akhir sekali, teristimewa buat isteriku Wan Iryani dan anak-anakku Nurul Iffah dan Nurul Izzah Natheema, tiada kata yang dapat menggambarkan pengorbanan yang kalian berikan selama ini. Kalian adalah penguat semangat serta sumber inspirasi yang menguatkan semangatku untuk mencapai kejayaan ini.

Akhir kata, semoga kejayaan yang diperolehi menjadikan kita lebih dekat kepadaNya serta tidak lupa kepada matlamat asal kita hidup di bumi Allah ini.

Sekian,

Izwandy bin Idris

Pusat Kajian Samudera dan Pantai,

Universiti Sains Malaysia.

“Dan Dialah (Allah)

yang memudahkan laut, supaya

kamu dapat makan daripadanya daging yang lembut hidup-hidup, dan dapat pula mengeluarkan daripadanya benda-benda perhiasan untuk kamu memakainya dan (selain itu) engkau melihat pula kapal – kapal belayar padanya, dan lagi supaya kamu dapat mencari rezeki dari limpah kurniaNya, dan kamu bersyukur”

(An – Nahl: 14)

“Tidak akan gundah walau sekali, kalau kau tahu apa yang dicari”

- Saidina Umar Al- Khattab -

KANDUNGAN

	Muka surat
PENGHARGAAN	iii
JADUAL KANDUNGAN	v
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI TATANAMA	xii
SENARAI SINGKATAN DAN LAMBANG	xiii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvii

BAB SATU : PENGENALAN

1.1 Ciri-ciri <i>Crassostrea iredalei</i>	1
1.2 Pengkelasan taksonomi <i>Crassostre iredalei</i>	7
1.3 Kepentingan ekonomi <i>Crassostrea iredalei</i>	7
1.4 Tinjauan bahan bacaan	9
1.5 Pernyataan masalah dan objektif kajian	12

BAB DUA : BAHAN DAN KAEDAH

2.1 Lokasi kajian	14
2.2 Penyediaan individu <i>Crassostrea iredalei</i> di lokasi kajian	16
2.3 Peratus kemandirian <i>Crassostrea iredalei</i>	17
2.4 Pertumbuhan <i>Crassostrea iredalei</i>	
2.4.1 Pertumbuhan saiz <i>Crassostrea iredalei</i>	18
2.4.2 Pertumbuhan berat <i>Crassostrea iredalei</i>	19
2.5 Parameter kualiti air persekitaran	
2.5.1 Parameter fizikal	19

a.	Jumlah pepejal terampai (TSS)	19
b.	Kekeruhan	21
c.	Kelajuan arus	22
d.	Saliniti harian	23
e.	Suhu harian (maksimum dan minimum)	23
2.5.2	Parameter kimia	
a.	Kepekatan oksigen terlarut	23
b.	Nitrat, ammonia dan fosfat	24
c.	Nilai pH	25
2.6	Penentuan parameter persekitaran melalui persampelan intensif	26
2.7	Persampelan fitoplankton	27
2.7.1	Pengecaman spesies fitoplankton	27
2.7.2	Penentuan bilangan fitoplankton	28
2.7.3	Kepadatan dan diversiti fitoplankton	
a.	Pengiraan isipadu air yang ditapis menggunakan jaring plankton	29
b.	Kepadatan fitoplakton	30
2.7.4	Penentuan nilai klorofil-a	30
2.8	Interpretasi data dan ujian statistik	33
2.8.1	Ujian ANOVA satu hala	33
2.8.2	Ujian statistik T (Student T test) berpasangan	34
2.8.3	Ujian korelasi Pearson	36

BAB TIGA: KEPUTUSAN

3.1	Peratus kemandirian <i>Crassostrea iredalei</i>	38
3.2	Pertumbuhan <i>Crassostrea iredalei</i>	
3.2.1	Panjang cengkerang bulanan <i>Crassostrea iredalei</i>	39
3.2.2	Berat bulanan <i>Crassostrea iredalei</i>	40
3.3	Parameter kualiti air persekitaran	
3.3.1	Parameter fizikal	
a.	Jumlah pepejal terampai, kekeruhan dan kelajuan arus	42
b.	Saliniti dan suhu harian (maksimum dan minimum)	45

3.3.2	Parameter kimia	
	a. Oksigen terlarut (mg/L) dan pH	49
	b. Nitrat, ammonia dan fosfat	51
3.4	Nilai parameter persekitaran semasa persampelan intensif	55
3.5	Persampelan fitoplankton	
	3.5.1 Pengecaman spesies fitoplankton	72
	3.5.2 Kepadatan fitoplankton mengikut bulan persampelan	74
	3.5.3 Kepekatan klorofil-a	79
3.6	Ujian statistik ke atas parameter yang dikaji	
	3.6.1 Perkaitan di antara parameter persekitaran dengan kemandirian dan pertumbuhan <i>Crassostrea iredalei</i>	81
	3.6.2 Perkaitan di antara kepadatan fitoplankton serta klorofil-a dengan parameter persekitaran yang dikaji	84
	3.6.3 Perkaitan di antara kepadatan fitoplankton serta klorofil-a dengan kemandirian dan pertumbuhan <i>Crassostrea iredalei</i>	85

BAB EMPAT: PERBINCANGAN

4.1	Corak perubahan parameter persekitaran di Kg. Telaga Nenas, Perak	87
	4.1.1 Jumlah pepejal terampai, kekeruhan dan kelajuan arus permukaan	87
	4.1.2 Saliniti	92
	4.1.3 Suhu	93
	4.1.4 Kepekatan oksigen terlarut dan nilai pH	94
	4.1.5 Nitrat (NO_3^-), Ammonia (NH_3^-) dan Fosfat (PO_4^{-2})	97
	4.1.6 Nilai parameter persekitaran semasa persampelan intensif	100
	4.1.7 Pengaruh <i>Crassostrea iredalei</i> ke atas parameter persekitaran semasa persampelan intensif di Kg. Telaga Nenas, Perak	104
4.2	Kemandirian <i>Crassostrea iredalei</i> di Kg. Telaga Nenas, Perak	110
4.3	Pertumbuhan <i>Crassostrea iredalei</i> di Kg. Telaga Nenas, Perak	111
4.4	Perkaitan di antara parameter persekitaran dengan kemandirian dan pertumbuhan <i>Crassostrea iredalei</i>	112

4.5	Diversiti dan kepadatan fitoplankton di Kg. Telaga Nenas, Perak	121
4.5.1	Pengaruh persekitaran ke atas diversiti dan kepadatan fitoplankton di Kg. Telaga Nenas, Perak.	124
4.5.2	Faktor persekitaran yang mempengaruhi nilai klorofil-a di Kg. Telaga Nenas, Perak.	131
4.5.3	Hubungan kepelbagaian dan kepadatan fitoplankton ke atas kemandirian dan pertumbuhan <i>Crassostrea iredalei</i> .	134
4.6	Faktor lain yang mempengaruhi kemandirian dan pertumbuhan <i>Crassostrea iredalei</i> di Kg. Telaga Nenas, Perak	138

BAB LIMA: KESIMPULAN DAN CADANGAN KAJIAN LANJUTAN

5.1	Kesimpulan kajian	141
5.2	Cadangan kajian lanjutan	143

SENARAI RUJUKAN	146
------------------------	------------

LAMPIRAN

SENARAI PENERBITAN

BUTIRAN PERIBADI

SENARAI JADUAL

Jadual		Muka surat
2.1	Nilai pekali korelasi (r) dan darjah perkaitannya (berdasarkan Noor, 2005)	37
3.1	Fitoplankton yang dijumpai di Kg. Telaga Nenas, Perak	72
3.2	Genus fitoplankton dominan yang terdapat di Kg. Telaga Nenas, Perak	78
3.3	Perkaitan (nilai r) di antara parameter persekitaran dengan kemandirian dan pertumbuhan <i>Crassostrea iredalei</i> di Kg. Telaga Nenas, Perak.	82
3.4	Perkaitan Pearson (nilai r) di antara kepadatan fitoplankton serta klorofil-a dengan parameter persekitaran yang dikaji di Kg. Telaga Nenas, Perak.	85
3.5	Perkaitan di antara kepadatan fitoplankton serta klorofil-a dengan kemandirian dan pertumbuhan <i>Crassostrea iredalei</i> di Kg. Telaga Nenas, Perak.	86
4.1	Jenis dan bilangan aktiviti manusia yang terdapat di sepanjang Sg. Dinding, Perak (ubahsuai daripada Mariam, 2006)	89
4.2	Pengkelasan Air Sungai Oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia. (Daripada Department of Environment - River water (Surface water) quality monitoring programme, 2005).	99
4.3	Nilai-nilai nutrien yang terdapat pada sistem pengkelasan kualiti air sungai Jabatan Alam Sekitar Malaysia (Daripada Department of Environment - River water (Surface water) quality monitoring programme, 2005)	100
4.4	Perbandingan paras ketoksikan (LC50) ammonia (mg/L) bagi beberapa spesies bivalvia dengan nilai maksimum ammonia pada kajian ini.	121
4.5	Senarai fitoplankton yang sesuai untuk penternakan tiram	135

SENARAI RAJAH

Rajah		Muka surat
1.1	Lokasi taburan semulajadi <i>Crassostrea iredalei</i> di Malaysia (ubahsuai daripada Tan, 1993)	2
1.2	Lokasi benih alamiah, ternakan dan percubaan <i>Crassostrea iredalei</i> di Semenanjung Malaysia (ubahsuai daripada Devakie, 1998).	3
2.1	Lokasi kajian di Kampung Telaga Nenas, Perak	15
2.2	Rupabentuk skematik jenis-jenis muara sungai (ubahsuai daripada Davies, 1973).	16
2.3	Carta alir aktiviti persampelan di Kg. Telaga Nenas, Perak sepanjang tempoh kajian dijalankan dan semasa persampelan intensif.	38
3.1	Peratus kemandirian <i>Crassostrea iredalei</i> di Kg. Telaga Nenas, Perak	39
3.2	Panjang cengkerang <i>Crassostrea iredalei</i> di Kg. Telaga Nenas, Perak	40
3.3	Berat bulanan <i>Crassostrea iredalei</i> di Kg. Telaga Nenas, Perak	41
3.4	Jumlah pepejal terampai, kekeruhan dan kelajuan arus permukaan mengikut bulan persampelan di Kg. Telaga Nenas, Perak	43
3.5	Nilai saliniti dan suhu harian di Kg. Telaga Nenas, Perak	46
3.6	Kepekatan oksigen terlarut dan nilai pH di Kg. Telaga Nenas, Perak	51
3.7	Nilai kepekatan nitrat, ammonia dan fosfat di Kg. Telaga Nenas, Perak	52
3.8	Nilai parameter persekitaran yang diperolehi dari persampelan intensif di Kg. Telaga Nenas, Perak pada Disember 2004	56
3.9	Nilai parameter persekitaran yang diperolehi dari persampelan intensif di Kg. Telaga Nenas, Perak pada Januari 2005	65
3.10	Kepadatan fitoplankton yang dijumpai sepanjang tempoh persampelan di Kg. Telaga Nenas, Perak	74

3.11	Bilangan genus fitoplankton yang dijumpai di Kg. Telaga Nenas, Perak	77
3.12	Nilai klorofil-a sepanjang tempoh kajian di Kg. Telaga Nenas, Perak	80
4.1	Rupabentuk skematik jenis-jenis muara sungai (ubahsuai daripada Davies, 1973)	87
4.2	Taburan hujan di Setiawan, Perak berhampiran dengan Kg. Telaga Nenas, Perak. (Sumber: Jabatan Meteorologi Malaysia)	91

SENARAI PLAT

Plat		Muka surat
1.1	Pandangan sisi (posterior) <i>Crassostrea iredalei</i>	5
1.2	Morfologi luar cengkerang <i>Crassostrea iredalei</i>	6
1.3	Morfologi dalam cengkerang <i>Crassostrea iredalei</i>	6
2.1	Kedudukan rakit yang digunakan untuk kajian ini di Kg. Telaga Nenas, Perak	14
2.2	<i>Crassostrea iredalei</i> yang telah diletakkan di dalam bakul	16
2.3	Kedudukan bakul yang mengandungi <i>Crassostrea iredalei</i>	17
4.1	Organisma pesaing (<i>Perna viridis</i> , <i>Balanus</i> sp. dan span) yang terdapat pada rakit kajian di Kg. Telaga Nenas, Perak	141

SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL

Singkatan

ppt	: bahagian perseribu (part per thousand)
m	: meter
cm	: sentimeter
mm	: millimeter
g	: gram
mg/L	: milligram per liter
µg/L	: mikrogram per Liter
nm	: nanometer
mL	: milliliter
U	: utara
T	: timur
sel/mL	: sel per milliliter
larva/mL	: larva per milliliter
mM	: mili Mol
µm	: mikrometer

Simbol

°	: darjah
'	: minit
%	: peratus
°C	: darjah Celsius
±	: tambah atau kurang
µ	: min
r	: pekali korelasi Pearson
>	: lebih daripada
<	: kurang daripada

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran

- 1a Langkah, reagen dan jarak gelombang untuk analisis kekeruhan (turbiditi) menggunakan Spektrofotometer Hach Kit DR 2000
- 1b Langkah, reagen dan jarak gelombang untuk analisis nitrat (NO_3^-) menggunakan Spektrofotometer Hach Kit DR 2000 (Kaedah penurunan kadmium)
- 1c Langkah, reagen dan jarak gelombang untuk analisis ammonia (NH_3) menggunakan Spektrofotometer Hach Kit DR 2000 (Kaedah salisilat)
- 1d Langkah, reagen dan jarak gelombang untuk analisis fosfat (PO_4^{3-}) menggunakan Spektrofotometer Hach Kit DR 2000 (Kaedah asid askorbik)
- 2 Imej sebahagian daripada genus fitoplankton yang terdapat di Kg. Telaga Nenas, Perak
- 3 Ujian statistik : ANOVA satu hala (September 2003 – Januari 2005)
- 4 Ujian statistik T persampelan intensif (Disember 2004 – Januari 2005)

**PENGARUH FAKTOR-FAKTOR PERSEKITARAN TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN KEMANDIRIAN TIRAM KOMERSIL,
Crassostrea iredalei (Faustino) DI KAWASAN PENTERNAKAN TIRAM DI
KG. TELAGA NENAS, PERAK.**

ABSTRAK

Satu kajian telah dijalankan ke atas tiram komersil, *Crassostrea iredalei* yang telah diternak di kawasan penternakan tiram di Kg. Telaga Nenas, Perak yang terletak di kawasan muara. Kajian yang telah dijalankan selama 17 bulan ini meliputi pertumbuhan (saiz dan berat basah) dan kemandirian *C. iredalei* serta faktor-faktor persekitaran yang mempengaruhinya. Faktor persekitaran yang dikaji dalam kajian ini terbahagi kepada 3 iaitu fizikal (jumlah pepejal terampai, kekeruhan, kelajuan arus, saliniti dan suhu harian), kimia (kepekatan oksigen terlarut, nitrat, ammonia, fosfat dan nilai pH) dan biologi (diversiti dan kepadatan fitoplankton serta kepekatan klorofil-a). Keputusan persampelan mendapati kadar kematian tiram komersil *C. iredalei* di Kg. Telaga Nenas, Perak adalah rendah. Peratusan kematian yang tinggi dicatatkan hanyalah $6.33 \pm 1.15\%$ pada bulan Oktober 2003. Pada akhir tempoh kajian, peratusan *C. iredalei* yang masih hidup melebihi 50% iaitu 62% daripada jumlah populasi sampel *C. iredalei* yang asal. Akan tetapi, saiz dan berat basah *C. iredalei* menunjukkan pertumbuhan yang kecil sepanjang tempoh kajian dijalankan. Saiz panjang cengkerang *C. iredalei* menunjukkan pertumbuhan positif yang kecil manakala berat bulanan pula menunjukkan pertumbuhan kecil yang negatif. Berdasarkan kepada keputusan ujian Korelasi Pearson, kemandirian *C. iredalei* mempunyai perkaitan yang sederhana dengan kepekatan ammonia ($r = -0.454$), kekeruhan ($r = -0.529$), suhu minimum harian ($r = -0.405$), saliniti ($r = -0.548$), dan kepekatan oksigen terlarut ($r = -0.456$) manakala faktor persekitaran lain menunjukkan perkaitan yang rendah ($0.20 \leq r \leq 0.39$) atau sangat

rendah ($0.19 \leq r$). Bagi pertumbuhan saiz cengkerang *C. iredalei*, didapati semua faktor persekitaran menunjukkan perkaitan yang rendah atau sangat rendah iaitu $r \leq 0.390$. Berat bulanan *C. iredalei* pula mencatatkan korelasi yang tinggi ($r = -0.720$) dengan pH, 7 parameter persekitaran lain (nitrat, fosfat, TSS, kelajuan arus, suhu maksimum dan minimum harian serta kepadatan fitoplankton) menunjukkan korelasi yang sederhana ($0.40 < r < 0.69$) manakala 5 parameter persekitaran (ammonia, kekeruhan, saliniti, DO, dan kepekatan klorofil-a) menunjukkan perkaitan yang rendah dengan berat bulanan *C. iredalei*. Keputusan persampelan intensif pada bulan Disember 2004 dan Januari 2005 juga menunjukkan hampir kesemua parameter persekitaran tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ($P > 0.05$) di antara nilai sebelum dan selepas bakul yang mengandungi *C. iredalei*. Hanya nilai DO dan kekeruhan pada bulan Januari 2005 sahaja yang menunjukkan perbezaan yang signifikan ($P < 0.05$) di antara sebelum dan selepas bakul. Komposisi fitoplankton di kawasan kajian menunjukkan divisi Bacillariophyta adalah dominan di Kg. Telaga Nenas, Perak manakala genus *Cylindrotheca* pula merupakan genus yang paling dominan di mana ia mendominasi 6 daripada 17 bulan persampelan. Kepadatan fitoplankton di kawasan kajian adalah paling tinggi pada bulan Oktober 2004 ($4.981 \pm 0.529 \times 10^6$ sel/L). Walau bagaimanapun, 13 daripada 17 bulan persampelan mencatatkan kepadatan fitoplankton yang rendah iaitu kurang daripada 1.0×10^6 sel/L. Pertumbuhan sampel *C. iredalei* yang rendah adalah disebabkan kurangnya kehadiran genus fitoplankton yang sesuai mendominasi di kawasan kajian. Hanya 2 genus fitoplankton yang sesuai untuk penternakan *C. iredalei* (genus *Chaetoceros* dan *Skeletonema*) yang menjadi dominan sepanjang tempoh kajian dijalankan. Malah, genus *Chaetoceros* hanya dominan pada bulan Jun 2004 dan Januari 2005 manakala genus *Skeletonema* menjadi dominan hanya pada November 2004 daripada keseluruhan tempoh kajian dijalankan (September 2003 – Januari 2005). Hasil daripada kajian ini mendapati Kg. Telaga Nenas adalah kurang sesuai untuk dijadikan lokasi penternakan *C. iredalei* secara komersil.

**EFFECTS OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON GROWTH AND SURVIVAL
OF COMMERCIAL OYSTER, *Crassostrea iredalei* (Faustino) AT AN
OYSTER CULTURING SITE IN KG. TELAGA NENAS, PERAK.**

ABSTRACT

A study was done on the commercial oyster, *Crassostrea iredalei* that was cultured at an oyster culturing site in Kg. Telaga Nenas, Perak which located at an estuarine area. This study was done for duration of 17 months on the effects of the environmental factors on growth of size, monthly weight wet and mortality of *C. iredalei*. The environmental factors studied in this study were divided into 3 groups. They were the physical factors (total suspended solids, turbidity, current speed, daily salinity and temperature), chemical factors (nitrate, ammonia, phosphate and pH) and biological factors (diversity and density of phytoplankton and concentration of chlorophyll-a). The results showed that the overall mortality of commercial oyster, *C. iredalei* at Kg. Telaga Nenas, Perak are low. The highest percentage of mortality recorded was $6.33 \pm 1.15\%$ in October 2003. The percentage of survived *C. iredalei* at the end of the study was 62%, which was above 50% from total population and can be considered profitable. However, the size and wet weight of *C. iredalei* showed a relatively low growth throughout the study period. Results from Pearson Correlation test showed the mortality of *C. iredalei* have an intermediate correlation with ammonia ($r = -0.454$), turbidity ($r = -0.529$), minimum daily temperature ($r = -0.405$), salinity ($r = -0.548$), and dissolved oxygen ($r = -0.456$) while other environmental factors showed a low or very low correlation ($r \leq 0.390$). As for the size of *C. iredalei*, all the environmental parameters showed either low ($0.20 \leq r \leq 0.39$) or very low correlation ($0.19 \leq r$). However, for the weight of *C. iredalei*, only pH showed a high correlation ($r = -0.720$). The other 7 environmental parameters (nitrate, phosphate, TSS, current speed, daily maximum and minimum temperature and phytoplankton density) showed intermediate correlation

($0.40 < r < 0.69$) with the weight of *C. iredalei*. The outcome from intensive samplings in December 2004 and January 2005 also revealed that there were no significant differences ($P > 0.05$) between environmental parameters before and after the oyster's baskets except for DO and turbidity in January 2005 where the value obtained before and after the oyster's basket are significantly different ($P < 0.05$). Phytoplankton composition at the sampling site showed that Bacillariophyta was the dominant division at Kg. Telaga Nenas, Perak while *Cylindrotheca* was the dominant genus where it dominated 6 out of 17 sampling months. The highest density of phytoplankton at the sampling site was in October 2004 ($4.981 \pm 0.529 \times 10^6$ cell/L). However, 13 out of 17 sampling months showed low density of phytoplankton where the density was lower than 1.0×10^6 cell/L. Low growth of *C. iredalei* were due to the lack of presence of suitable dominant phytoplankton at the sampling site. Only 2 phytoplankton genera (*Chaetoceros* and *Skeletonema*) which are suitable for *C. iredalei*'s culture are dominant throughout the sampling period. However, *Chaetoceros* is only dominant in 2 sampling months (June 2004 and January 2005) while *Skeletonema* is only dominant in November 2004. Based on this findings it shows that Kg. Telaga Nenas is not a suitable place for commercial culture of *C. iredalei*.

BAB SATU

PENGENALAN

Crassostrea iredalei (Tiram tropika - “slipper-shaped shell”) merupakan salah satu daripada kumpulan moluska bercengkerang dua yang menjadi sumber ekonomi yang penting dalam aktiviti perikanan selain daripada *Crassostrea belcheri*, *Saccostrea cucullata*, *Ostrea folium* (Ng *et al.*, 1982; Zulfigar & Tan, 2000) dan *Anadara granosa* (Ng *et al.*, 1982; Wong & Tan, 1992) di Malaysia. *Crassostrea iredalei* mempunyai taburan yang luas iaitu dari Kepulauan Indonesia (Tan, 1993), Malaysia (Devakie, 1992; Lau *et al.*, 1992; Tan, 1993), Thailand (Pripanapong & Youngvanichset, 2000; Klinbunga *et al.*, 2001; Klinbunga *et al.*, 2003) dan juga Filipina (Young & Serna, 1982; Rosell, 1991; Poutiers, 1998). Di Malaysia, *C. iredalei* boleh dijumpai secara semulajadi di pantai timur Semenanjung Malaysia iaitu Pantai Sri Tujuh, Kelantan (Devakie, 1998), Kuala Setiu dan Mercang di Terengganu (Hasbullah, 1992), Kuala Penyu di Sabah serta beberapa tempat di Sarawak dan Kelantan (Tan, 1993; Zulfigar & Tan, 2000) sepertimana yang ditunjukkan dalam Rajah 1.1. Spesies ini juga telah mula diperkenalkan dan ditenak pada beberapa tempat di pantai barat Semenanjung Malaysia seperti Telaga Nenas dan Kampung Teluk (Perak), Batu Lintang (Kedah) dan Sungai Muar di Johor (Devakie, 1992) (Rajah 1.2).

1.1 Ciri-ciri *Crassostrea iredalei*

Crassostrea iredalei adalah tiram yang mendiami kawasan muara sungai yang dipengaruhi pasang surut laut, terusan, teluk (Rosell, 1991) dan juga lagun (Zulfigar & Tan, 2000) yang mempunyai pengaliran dari kawasan daratan



Rajah 1.1: Lokasi taburan semulajadi *Crassostrea iredalei* di Malaysia (ubahsuai daripada Tan, 1993).



Rajah 1.2: Lokasi benih alamiah, ternakan dan percubaan *Crassostrea iredalei* di Semenanjung Malaysia (ubahsuai daripada Devakie, 1998).

serta nilai saliniti yang lebih rendah daripada laut terbuka (Young & Serna, 1982). Rosell (1991) juga melaporkan bahawa populasi *C. iredalei* di Filipina mempunyai toleransi terhadap julat saliniti yang tinggi iaitu di antara 17 ppt sehingga 29 ppt. Walau bagaimanapun, dipercayai toleransi *C. iredalei* terhadap saliniti adalah bergantung kepada lokasi ia berada. Ini kerana Wong *et al.* (1991) telah melaporkan bahawa di Malaysia, spat (larva yang telah mendarat ke permukaan substrat) dan tiram dewasa *C. iredalei* boleh dijumpai di kawasan yang mempunyai julat saliniti di antara 5 ppt sehingga 33 ppt. Julat tersebut adalah mempunyai toleransi yang lebih besar daripada populasi keseluruhan *C. iredalei* yang terdapat di Filipina iaitu 17.0 ppt sehingga 29.0 ppt (Rosell, 1991).

Dari segi fizikal, *C. iredalei* mempunyai rupabentuk yang tidak simetri pada kedua-dua cengkerangnya (Plat 1.1 dan Plat 1.2). Jarak di antara dorsal dengan ventral (tinggi) adalah lebih besar daripada jarak di antara anterior dengan posterior (panjang) menyebabkan bentuk cengkerangnya berbentuk leper (Poutiers, 1998). Cengkerang atas mempunyai bentuk yang lebih kecil, rata, nipis dan bersisik pada bahagian luarnya, manakala cengkerang bawah mempunyai bentuk yang melengkung, tebal dan mempunyai permukaan yang licin pada bahagian luarnya. Bahagian dalam cengkerang berwarna putih kekelabuan manakala parut tisu aduktor di bahagian posterior berwarna ungu kehitaman (Rosell, 1991; Poutiers, 1998) (Plat 1.3).

Crassostrea iredalei adalah moluska diesous iaitu setiap individu mempunyai satu jantina sahaja. Gonad yang matang berwarna krim keputihan (Rosell, 1991; Poutiers, 1998). Individu *C. iredalei* yang mempunyai ukuran panjang 50 hingga 80 mm adalah dianggap matang dan boleh menjalankan persenyawaan (Rosell, 1991). Larva *C. iredalei* yang telah menjalani persenyawaan luar akan menjalani tempoh pelagik sebelum menjalani pemendapan dan membesar ke peringkat dewasa.

Pemendapan *C. iredalei* berlaku pada permukaan dasar atau batu yang tenggelam (Rosell, 1991). Terdapat juga *C. iredalei* yang mendap di atas individu *C. iredalei* yang lain. Ini menyebabkan gumpalan individu *C. iredalei* boleh dijumpai. Perlekatan *C. iredalei* pada permukaan substrat berlaku pada cengkerang bawah ataupun cengkerang kiri.



Plat 1.1: Pandangan sisi (posterior) *Crassostrea iredalei*.



Plat 1.2: Morfologi luar cengkerang *Crassostrea iredalei*.



Plat 1.3: Morfologi dalam cengkerang *Crassostrea iredalei*.

1.2 Pengkelasan taksonomi *Crassostrea iredalei*

Pengkelasan taksonomi *Crassostrea iredalei* adalah seperti di bawah:

Alam	: Animalia
Filum	: Moluska
Kelas	: Bivalvia (Dwicengkerang)
Order	: Pterioida
Famili	: Ostreidae
Genus	: <i>Crassostrea</i>
Spesies	: <i>Crassostrea iredalei</i>

1.3 Kepentingan ekonomi *Crassostrea iredalei*

Crassostrea iredalei adalah salah satu spesies tiram yang menjadi ternakan utama dalam industri akuakultur di Asia Tenggara. Di Filipina, *C. iredalei* merupakan spesies tiram utama dalam industri penternakan tiram (Matthiessen, 2001). Pada tahun 1977, pengeluaran tiram ini adalah sebanyak 33 tan dan jumlah tersebut telah meningkat kepada 579 tan pada 1981 (Rosell, 1991). Poutiers (1998) pula melaporkan dari tahun 1990 sehingga 1995, pengeluaran *C. iredalei* di Filipina adalah di antara 11,800 sehingga 18,600 tan berdasarkan maklumat dari *FAO Yearbook of Fishery Statistics* untuk tempoh tersebut (1999 sehingga 1995). Manakala pada tahun 2002, pengeluarannya telah meningkat ke 12,569 tan (AQUACULTURE - Production (Mariculture of oyster, mussel and seaweeds), 2002). Di Malaysia, *C. iredalei* membentuk sebahagian daripada jumlah haiwan dwicengkerang yang ditenak secara komersil. Pada tahun 2001, pendaratan

keseluruhan spesies tiram di Malaysia adalah 264.24 tan (Akuakultur, 2001). Di Thailand, jumlah pengeluaran *C. iredalei* yang juga dikenali sebagai *C. lugubris* (Day *et al.*, 2000; Jarayabhand *et al.*, 2000) bersama *C. belcheri* adalah 10,930 tan pada tahun 1995 (Pripanapong & Youngvanichset, 2000). Di kalangan spesies tiram komersil, *C. iredalei* mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi dan sering menjadi pilihan untuk dihidangkan di hotel serta majlis eksklusif. Ini kerana saiz dan isi tiram *C. iredalei* adalah sederhana besar, berwarna putih kekuningan serta rasanya yang lebih manis dan 'rangup' berbanding dengan isi *C. belcheri* yang lebih besar tetapi isinya akan menjadi lebih gelap apabila usianya meningkat (Devakie *et al.*, 1993).

Jika dibandingkan dengan pengeluaran *C. iredalei* dari negara lain, penternakan *C. iredalei* di Malaysia masih lagi di peringkat skala kecil berbanding dengan negara lain terutamanya Filipina. Malah, belum ada lagi aktiviti penternakan *C. iredalei* pada skala besar-besaran dijalankan pada masa sekarang. Antara aktiviti terawal yang direkodkan mengenai penternakan *C. iredalei* adalah percubaan pengkulturan spesies ini di Kuala Penyu, Sabah seperti mana yang dilaporkan oleh Tan (1993). Hasil daripada "*Bay of Bengal Programme*", beberapa kajian awal serta aktiviti penternakan telah dijalankan di beberapa kawasan di pantai timur dan barat Semenanjung Malaysia sepertimana yang dilihat pada Rajah 1.2. Walau bagaimanapun, masalah utama yang dikenalpasti sebagai penghalang kepada usaha ini adalah sumber benih *C. iredalei* semulajadi yang tidak konsisten (Hasbullah, 1992; Tan, 1993) menjadikan akitiviti penternakan tiram ini tidak mendapat sambutan sepertimana yang diharapkan. Minat ke atas penternakan spesies ini telah meningkat semula di Malaysia, terutamanya selepas ia dinamakan sebagai Tiram Siraj oleh Seri Paduka Baginda Yang DiPertuan Agong Malaysia pada 24 Disember 2002.

1.4 Pernyataan masalah serta objektif kajian

Kajian-kajian yang telah dijalankan ke atas *C. iredalei* sama ada di Malaysia atau pun di luar negara kebanyakannya meliputi aspek biologi serta penghasilan benih tiram. Ini kerana faktor utama yang mempengaruhi kemajuan dalam industri penternakan tiram ini adalah kehadiran benih tiram yang banyak dan konsisten untuk tujuan penternakan. Walau bagaimanapun, kajian mengenai pertumbuhan dan kemandirian tiram yang diternak di kawasan semulajadi masih kurang dijalankan di Malaysia. Kajian berkaitan yang pernah dijalankan adalah yang dilakukan oleh Gunarto (1994) ke atas *C. belcheri* di Sg. Merbok, Kedah.

Berdasarkan kepada pernyataan di atas, didapati tiada data dan pengetahuan mengenai pengaruh faktor persekitaran ke atas pertumbuhan dan kemandirian *C. iredalei* di persekitaran semulajadi di Malaysia. Walaupun spesies ini mempunyai nilai komersil yang lebih tinggi berbanding dengan tiram *C. belcheri*, namun tidak banyak tempat di Malaysia yang mempunyai populasi semulajadinya (Rajah 1.1). Oleh itu, beberapa tempat terutama di kawasan pantai barat Semenanjung Malaysia telah dipilih sebagai tempat percubaan penternakan *C. iredalei* (Rajah 1.2) dan salah satu daripada tempat tersebut adalah di Kg. Telaga Nenas, Perak. Tempat-tempat ini dipilih kerana mempunyai populasi semulajadi tiram samaada dari genus *Crasostrea* (*C. belcheri*), *Saccostrea* (*S. cucculata*) atau *Ostrea* (*O. edulis*) (Tan, 1993; Devakie 1998). Walau bagaimanapun, tiada kajian telah dibuat untuk menentukan sama ada kawasan-kawasan tersebut (bagi kajian ini, Kg. Telaga Nenas) benar-benar sesuai untuk dijadikan kawasan penternakan *C. iredalei* secara komersil. Maka, objektif kajian ini adalah seperti berikut:

1. Untuk mengetahui parameter-parameter yang mempengaruhi kadar pertumbuhan dan kadar kemandirian *C. iredalei* di Kg. Telaga Nenas, Perak. Parameter yang dikaji terbahagi kepada dua iaitu fizikal dan kimia. Parameter fizikal adalah jumlah pepejal terampai, kekeruhan, kelajuan arus, saliniti/saliniti dan suhu. Parameter kimia pula terdiri daripada oksigen terlarut, nitrat, ammonia, fosfat dan juga pH. Selain itu, kepelbagaian dan kepadatan fitoplankton yang terdapat di kawasan ini juga dikaji untuk menentukan sama ada terdapat makanan yang sesuai dan mencukupi untuk *C. iredalei* atau tidak.
2. Untuk mengetahui kesesuaian Kg. Telaga Nenas untuk aktiviti penternakan *C. iredalei* pada peringkat komersil. Kajian dijalankan dengan melihat tahap pertalian atau perhubungan yang wujud pada setiap parameter persekitaran dan fitoplankton yang diperolehi dengan kadar kemandirian dan pertumbuhan *C. iredalei* dari segi pertambahan saiz dan berat basah. Selain itu, keputusan yang diperolehi akan dibandingkan dengan kajian lain yang telah dijalankan ke atas sampel *C. iredalei* serta organisma dwicengkerang lain yang ditenak di pelbagai lokasi.

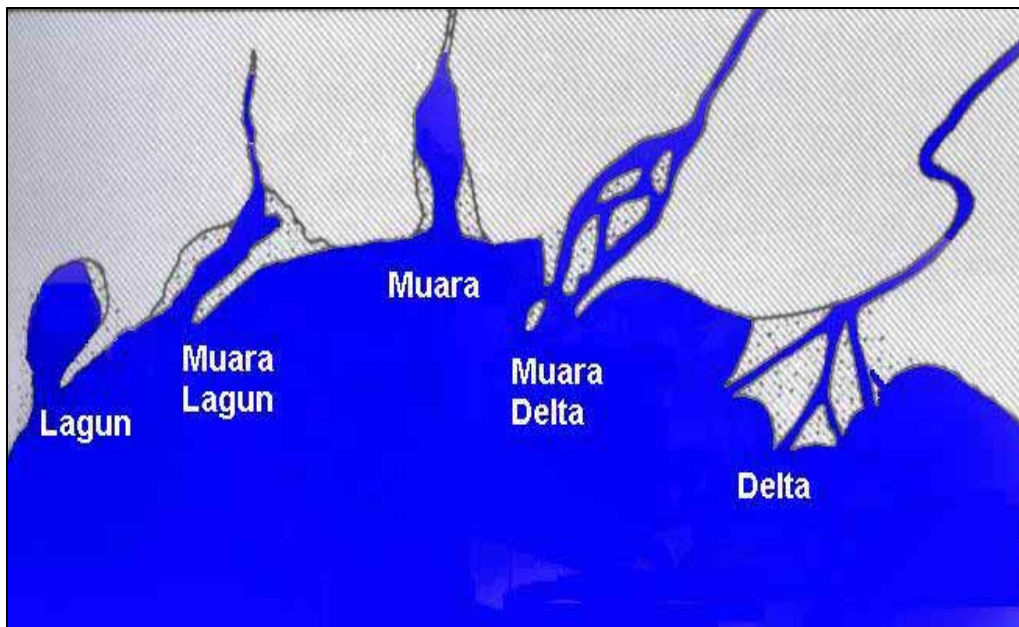
Keputusan yang diperolehi daripada kajian ini akan digunakan sebagai penentu kepada kesesuaian Kg. Telaga Nenas sebagai lokasi untuk penternakan *Crassostrea iredalei* secara komersil.

BAB DUA

TINJAUAN BAHAN BACAAN

2.1 Ciri-ciri umum kawasan muara

Kawasan muara merupakan peralihan di antara kawasan air tawar dan juga kawasan air masin di lautan (Ketchum, 1983; Day *et al.*, 1989). Kewujudan kawasan ini dapat dikenalpasti melalui ciri fizikal seperti dasar dan tebing yang berlumpur, terletak berhampiran dengan laut dan mencatatkan kekeruhan yang tinggi (Davies, 1973; Barnes, 1974; McLusky, 1981). Rajah 2.1 menunjukkan rupabentuk skematik kawasan muara dan variasinya.



Rajah 2.1.: Rupabentuk skematik jenis-jenis muara sungai dan lagun (ubahsuai daripada Davies, 1973).

2.2 Ciri fizikal dan kimia kawasan muara

2.2.1 Jumlah pepejal terampai (TSS), kekeruhan dan kelajuan arus permukaan.

Kehadiran mendapan di dasar atau pun lumpur adalah ciri utama kepada keadaan fizikal di kawasan muara (McLusky, 1981) dan kebanyakan mendapan tersebut berasal daripada pepejal terampai dan partikel lumpur (Barnes, 1974) yang berasal dari tebing sungai serta dibawa dari air larian yang masuk ke dalam sungai semasa hujan. Julat TSS adalah berbeza mengikut lokasi. Misalnya nilai TSS di muara paya bakau Sg. Merbok, Kedah yang mempunyai nilai yang kecil dan berada pada julat yang rendah iaitu di antara 20.00 mg/L sehingga 40.00 mg/L (Ong *et al.*, 1980). Akan tetapi Kitheka *et al.* (2005) melaporkan nilai TSS di muara Sg. Tana, Kenya adalah di antara 530.00 mg/L hingga 1930.00 mg/L.

Julat nilai TSS yang tinggi banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti musim basah dan kering, pasang dan surut air, pergolakan air yang disebabkan oleh angin dan juga aktiviti manusia seperti perlombongan dan penempatan (Yasser, 2003; Kitheka *et al.*, 2005; Friend *et al.*, 2006). Misalnya Sungai Dinding, Perak iaitu sungai utama bagi daerah Manjung, Perak (Mariam, 2006). Di sepanjang Sg. Dinding ini terdapat pelbagai aktiviti ekonomi dan penempatan manusia seperti yang ditunjukkan pada Jadual 2.1.

Jadual 2.1: Jenis dan bilangan aktiviti manusia yang terdapat di sepanjang Sg. Dinding, Perak (ubahsuai daripada Mariam, 2006)

Aktiviti manusia	Bilangan
Penempatan (Kampung, Taman Perumahan)	15
Ladang pertanian	10
Kawasan Industri	6
Pengkalan Tentera	1

Kekeruhan di kawasan muara banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti yang telah dinyatakan oleh Uncles *et al.* (2006) iaitu air pasang surut, arus serta pengaruh air tawar yang masuk ke kawasan muara. Komponen kekeruhan adalah terdiri daripada partikel lumpur tanah liat (McLusky, 1981; Officer, 1983; Uncles *et al.*, 2006), bahagian haiwan dan tumbuhan yang mereput, sisa industri dan kumbahan (Murphy, 2005), plankton (fitoplankton dan zooplankton) dan mikroorganisma akuatik (Water quality background, Lehigh Earth Observatory's Environsci Inquiry, 2002; Murphy, 2005).

Kelajuan arus permukaan di kawasan muara sentiasa berubah-ubah atas beberapa faktor. Antaranya adalah faktor perubahan musim. Kajian yang telah dijalankan oleh Uncles *et al.* (2006) di Humber Estuary, Britain yang dilanda kemarau pada awal Jun 1995 sehingga September 1995 mendapati isipadu air larian berkurang daripada 17 m³/s kepada 4 m³/s. Begitu juga dengan kajian yang dijalankan oleh Goni *et al.* (2005) di mana mereka mendapati kesan daripada kemarau yang berpanjangan di bahagian tenggara Amerika Syarikat dari tahun 1999 sehingga 2002, Sungai Pee Dee yang mengalirkan kira-kira 90% air tawar ke Teluk Winyah di South Carolina mengalami pengurangan isipadu air yang mengalir sehingga mencatatkan nilai yang paling rendah dalam tempoh 50 tahun. McManus (2005) pula mendapati isipadu air yang mengalir di muara Sungai Tay, Scotland mencatatkan nilai yang tertinggi semasa musim sejuk tetapi mencatatkan nilai kelajuan arus yang terendah semasa musim panas yang panjang.

Selain itu, terdapat beberapa faktor yang dipercayai mempengaruhi kelajuan arus permukaan di kawasan muara. Faktor-faktor tersebut adalah pergerakan angin yang bertiup di kawasan tersebut (Day *et al.*, 1989), perbezaan ketumpatan di antara air laut dan air tawar (Barnes, 1974; Officer, 1983), perubahan pasang surut dan kedalaman dasar (Goni *et al.*, 2005), pengaruh arus dan ombak dari laut yang masuk ke

dalam kawasan muara, kelebaran dan kedalaman dasar kawasan muara (Ketchum, 1983; McManus, 2005).

2.2.2 Saliniti

Saliniti di kawasan muara banyak dipengaruhi oleh musim basah dan juga musim kering. Kajian oleh McManus (2005) mendapati dalam tempoh masa di mana kadar buangan air tawar adalah tinggi iaitu semasa musim basah, nilai saliniti pada air di kawasan muara adalah rendah walaupun semakin menghampiri kawasan laut.

Atas sebab itu, kawasan muara mempunyai julat saliniti yang besar (Barnes, 1974). McLusky (1981) menyatakan bahawa kawasan muara mempunyai kemasinan di antara 0.5 ppt sehingga 35 ppt. Kajian tempatan yang dijalankan oleh Ong *et al.* (1980) di ekosistem paya bakau muara Sungai Merbok turut mendapati julat saliniti kawasan tersebut adalah di antara 6.9 ppt sehingga 31.2 ppt.

2.2.3 Suhu

Suhu air di kawasan muara dipengaruhi oleh perubahan air pasang surut serta suhu air laut dan sungai yang bersambung dengannya (Wolff, 1983). Hasil daripada kajian yang telah dibuat oleh Uncles dan Stephens (2001), mereka mendapati suhu di muara Tamar, Plymouth, United Kingdom mencapai paras maksimum (19.6 °C) semasa musim bunga, panas dan luruh berkemungkinan disebabkan oleh pemanasan matahari yang kuat dan kerap semasa musim tersebut. Selain itu, Prandle dan Lane (1995) juga menyatakan kadar litupan awan juga mempengaruhi suhu permukaan air muara kerana awan boleh menghalang pancaran matahari sampai ke permukaan air menyebabkan

suhu permukaan air menurun. Manakala McLusky (1981) mendapati kedalaman dasar kawasan muara turut mempengaruhi paras suhu maksimum dan minimum di kawasan muara. Ini kerana paras dasar yang cetek menyebabkan proses pemanasan dan penyejukan berlaku dengan lebih cepat. Beliau juga mendapati air yang berasal dari sungai kecil atau dari laut yang masuk ke dalam muara yang mempunyai suhu yang tersendiri. Ini menyebabkan berlaku perubahan dan pergolakan suhu yang ketara akibat percampuran air dari laut dan sungai di kawasan muara menyebabkan perbezaan suhu harian yang ketara.

2.2.4 Kepekatan oksigen terlarut dan nilai pH

Kepekatan oksigen terlarut (DO) merupakan salah satu faktor utama untuk menentukan kebolehan organisma akuatik hidup pada sesuatu kawasan muara. Oksigen terlarut yang terdapat di dalam kawasan muara terhasil daripada tindakan pasang surut, pergerakan arus serta di bawa masuk oleh aliran air yang masuk (McLusky, 1981). Dalam kajian yang berkaitan, Yin *et al.* (2004) mendapati nilai oksigen terlarut turut dipengaruhi oleh suhu di mana nilai ia berkurangan semasa musim panas di muara Sungai Pearl, Guangdong, China.

Nilai saliniti di kawasan muara yang melebihi daripada saliniti air tawar (0 ppt) mempengaruhi nilai pH. Ini berdasarkan kepada kenyataan Trujillo dan Thurman (2005) yang menyatakan bahawa air yang mempunyai saliniti lebih tinggi daripada air tawar akan mempunyai nilai pH lebih tinggi daripada 7.0. Walau bagaimanapun, terdapat keadaan tertentu seperti semasa musim basah yang menunjukkan penurunan nilai pH. Ini berlaku akibat daripada penambahan isipadu air tawar yang masuk ke kawasan muara berbanding dengan air masin. Selain itu, kemasukan bahan-bahan organik ke

kawasan muara dan diurai oleh organisma pengurai akan turut menurunkan nilai pH akibat pertambahan karbon dioksida terlarut serta kehadiran ion sulfat yang terdapat pada dasar kawasan muara (Awaluddin *et al.*, 1997).

2.2.5 Nitrat (NO_3^-), Ammonia (NH_3^-) dan Fosfat (PO_4^{-2})

Nitrat (NO_3^-), adalah salah satu daripada unsur nitrogen yang terdapat di dalam muara. Nitrat adalah mudah larut dan berada dalam keadaan yang stabil dalam kebanyakan keadaan persekitaran berbanding dengan nitrit (NO_2^-) (Murphy, 2005). Nitrat merupakan sumber kepada pembentukan plankton di dalam jasad air. Kepekatan nitrat juga mempengaruhi kepekatan fosfat (Murphy, 2005).

Ammonia adalah salah satu daripada unsur nitrogen yang tidak organik yang terdapat di dalam muara. Ammonia adalah kurang stabil berbanding dengan nitrat. Kebanyakan sumber ammonia datanganya daripada sisa kumbahan manusia, sisa air dari kawasan pertanian dan juga daripada kolam-kolam akuakultur selain daripada gas nitrogen di udara. Manakala fosfat (PO_4^{-3}) adalah nutrien yang diperlukan oleh semua organisma akuatik. Walau bagaimanapun, secara semulajadinya kepekatan fosfat di dalam air adalah rendah. Nilai kepekatan (mg/L) ketiga-tiga nutrien di atas sering digunakan sebagai penentu tahap pencemaran sesuatu kawasan akuatik.

Peningkatan bilangan ion nitrat dan ammonia di kawasan muara berpunca daripada kemasukan bahan-bahan tersebut dari kawasan darat. Misalnya Trott dan Alongi (2000) menyatakan peningkatan kandungan nitrat dan ammonia di muara paya bakau Muddy di Australia berpunca daripada efluen kolam udang di sekitar kawasan tersebut. telah meningkatkan kandungan nitrat dan ammonia. Malah, Day *et al.* (1989) turut mendapati kebanyakan nitrat dan ammonia di kawasan muara adalah berasal dari kawasan daratan.

Fosfat merupakan salah satu faktor penghad kepada penghasilan bahan organik di dalam ekosistem muara (Green, 1968). McLusky (1981) menyatakan bahawa 70% daripada fosfat yang terdapat di kawasan muara adalah berasal daripada laut. Selain itu, fosfat juga boleh berada di dalam jasad air muara akibat daripada respirasi anaerobik yang berlaku di bahagian dasar muara yang membebaskan fosfat ke dalam kolum air (Green, 1968). Faktor lain yang turut mempengaruhi peningkatan fosfat pada tempoh tersebut adalah kemasukan bahan kumbuhan dan sisa domestik seperti sabun basuh dari kawasan penempatan manusia (Day *et al.*, 1989) yang terdapat di sepanjang Sg. Dinding.

Di Malaysia, setiap sungai akan diberikan pengkelasan untuk menentukan tahap kualiti air di sungai terbabit serta aktiviti yang dibenarkan. Sistem pengkelasan air sungai (Jadual 2.2) ini dibuat mengikut paras-paras nutrien tertentu sepertimana yang terdapat di Jadual 2.3.

Jadual 2.2: Pengkelasan Air Sungai Oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia. (daripada Department of Environment - River water (Surface water) quality monitoring programme, 2005).

Kelas	Kegunaan	Tahap Perawatan Air Untuk Air Minum
I	Bekalan air untuk pemuliharaan alam sekitar tahap 1. Perikanan 1 – spesies akuatik yang sangat sensitif	Tiada rawatan diperlukan
IIA	Bekalan air untuk pemuliharaan alam sekitar tahap 2. Perikanan 2 – spesies akuatik yang sensitif	Rawatan air konvensional diperlukan.
IIB	Untuk kegunaan rekreasi.	Rawatan air konvensional diperlukan.
III	Bekalan air untuk pemuliharaan alam sekitar tahap 3. Perikanan 3 – spesies akuatik yang biasa diternak dan mempunyai nilai ekonomi, serta untuk dijadikan minuman haiwan ternakan.	Rawatan air ekstensif diperlukan.
IV	Pengairan	-

Jadual 2.3: Nilai-nilai nutrien yang terdapat pada sistem pengkelasan kualiti air sungai Jabatan Alam Sekitar Malaysia (daripada Department of Environment - River water (Surface water) quality monitoring programme, 2005).

Parameter	Unit	Kelas Kualiti Air Sungai				
		I	IIA	IIB	III	IV
Ammonia	mg/L	< 0.1	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3	0.3 - 0.9	> 2.7
Nitrat	mg/L	Nilai Semulajadi	< 7.0	< 7.0	-	< 5.0
Fosfat	mg/L	Nilai Semulajadi	<0.2	<0.2	<0.1	-

2.3 Ciri-ciri biologi di kawasan muara

Organisma yang terdapat di kawasan muara merupakan organisma yang boleh dan mampu beradaptasi dengan keadaan julat saliniti dan tahap kekeruhan air yang tinggi berbanding dengan organisma marin atau organisma air tawar (Joint, 1981). Secara keseluruhannya diversiti organisma di kawasan muara (air payau) adalah rendah jika dibandingkan dengan kawasan laut (air masin) dan juga sungai (air tawar) namun kepadatan individu bagi sesuatu spesies di kawasan muara adalah tinggi (Barnes, 1974; Day *et al.*, 1989; McLusky, 1989). Walau bagaimanapun, tidak semua kawasan muara mempunyai corak diversiti flora seperti di atas. Barnes (1974) mendapati diversiti fitoplankton di kawasan muara tropika adalah tinggi berbanding dengan kawasan laut dan juga air tawar. Namun Barnes (1974) juga menyatakan bahawa kepadatan bagi sesuatu spesies fitoplankton di kawasan muara tropika adalah lebih rendah berbanding dengan kawasan muara temperat.

Faktor utama yang mempengaruhi diversiti dan kepadatan fitoplankton adalah saliniti. Ini dinyatakan oleh Smayda (1983) dan Gasiūnaitė *et al.* (2005) yang mendapati perubahan pasang surut yang mengubah saliniti di kawasan muara turut mempengaruhi komposisi dan struktur komuniti fitoplankton di kawasan muara.

Divisi fitoplankton dominan di kawasan muara turut berubah-ubah mengikut kepada faktor persekitaran. Kajian yang telah dijalankan oleh Guo dan Song (2005) mendapati hampir 80% daripada fitoplankton yang dikenalpasti di muara Sungai Changjiang, China adalah daripada divisi Bacillariophyta. Sungguhpun begitu, kajian yang telah dijalankan oleh penyelidik lain seperti Millie *et al.* (2004), Aktan *et al.* (2005) dan Schumann *et al.* (2005) mendapati Bacillariophyta bukanlah divisi yang dominan di muara kawasan kajian mereka, sebaliknya divisi Chlorophyceae (Schumann *et al.*, 2005),

Dinophyceae (Aktan *et al.*, 2005) dan Cyanophyta (Millie *et al.*, 2004). Antara faktor yang menyebabkan berlakunya keadaan ini adalah perubahan musim (Li *et al.*, 2000), hidrologi (Ferreira *et al.*, 2005) dan nutrien (Gobler *et al.*, 2006).

2.4 Kemandirian bivalvia komersil

Selain daripada pertumbuhan saiz dan berat, kemandirian adalah antara faktor yang diambil kira dalam sebarang aktiviti penternakan bivalvia pada peringkat komersil. Ini kerana kemandirian yang rendah (kadar kematian yang tinggi) akan menyebabkan aktiviti penternakan tersebut tidak mendatangkan keuntungan akibat hasil pengeluaran yang rendah. Malah, jika kadar kematian sesuatu spesies ternakan itu tinggi dan berterusan akan menyebabkan pengusaha terpaksa menukar kepada spesies lain yang mempunyai tahap kemandirian yang lebih tinggi. Keadaan ini telah berlaku kepada penternakan tiram *C. angulata* yang ditukar kepada *C. gigas* akibat mortaliti yang tinggi pada tahun 1970 di Eropah (Héral & Deslous-Paoli, 1991; Matthiessen, 2001). Terdapat banyak faktor yang menyumbang kepada mortaliti tiram di kawasan penternakan. Antaranya adalah penyakit (Quick, 1971; Koringga, 1976; Andrews, 1991; Matthiessen, 2001; Gosling, 2003), parasit, organisma pelekat/pesaing, pemangsaan (Lokman, 1992) dan juga faktor persekitaran seperti saliniti serta suhu (Patrick *et al.*, 2006; Huang *et al.*, 2005) serta gabungan interaksi di antara faktor-faktor di atas (Gosling, 2003). Bagi penternakan tiram peringkat komersil, peratusan kematian tahunan sebanyak 15% sehingga 20% adalah normal seperti yang dinyatakan oleh Koringga (1976) berdasarkan kepada penternakan tiram *Ostrea edulis* di Belanda. Matthiessen (2001) pula menyatakan peratus kematian melebihi 50% pada sesuatu kawasan penternakan bivalvia mencapai tahap yang merugikan manakala kematian yang melebihi 80%

daripada jumlah populasi dwicengkerang yang diternak dianggap sebagai teruk atau dianggap sebagai kematian besar-besaran.

2.5 Pertumbuhan bivalvia di kawasan penternakan

Pertambahan saiz yang cepat (saiz cengkerang dan berat basah) sehingga ke saiz yang sesuai untuk dipasarkan adalah antara faktor utama yang menentukan kesesuaian sesuatu kawasan sebagai kawasan penternakan bivalvia (Kreuter & Castagna, 1989; Nell, 2002). Ini kerana semakin cepat bivalvia tersebut membesar, semakin pendek masa yang diperlukan untuk menternak bivalvia tersebut sebelum dipasarkan. Misalnya Gribben *et al.* (2002) mendapati kadar pertambahan saiz cengkerang *Ruditapes largilliert* di Teluk Okiwi, New Zealand adalah di antara 1.2 – 1.6mm sebulan menjadikan spesies dan tempat tersebut sesuai untuk dijalankan penternakan komersil. Pertumbuhan bagi organisma dwicengkerang biasanya ditentukan sama ada melalui pertambahan saiz berdasarkan kepada umur (pertumbuhan nyata) dan juga kadar pertumbuhan satu parameter berbanding dengan parameter lain (pertumbuhan alometrik) (Gosling, 2003). Kajian yang dilakukan oleh Andrews (1991) mendapati saiz cengkerang *C. virginica* bertambah serentak dengan pertambahan berat tisu basahnya.

Walau bagaimanapun, tidak ada satu nilai piawai yang telah dan dapat ditetapkan untuk menentukan sama ada kadar pertumbuhan sesuatu organisma bivalvia pada kawasan tertentu berada pada tahap yang sesuai untuk penternakan komersil. Kebanyakan kajian seperti yang telah dijalankan oleh Paterson *et al.* (2003), Soletchnik *et al.* (2002), dan Urban (2000) membuat kesimpulan bahawa jumlah tempoh masa yang diperlukan untuk satu-satu bivalvia mencapai saiz yang sesuai untuk dipasarkan menjadi petunjuk kepada kesesuaian kawasan tersebut untuk penternakan bivalvia

secara komersil. Semakin pendek tempoh penternakan bivalvia tersebut, semakin kurang kos atau modal yang digunakan dan semakin tinggi dan cepat jumlah keuntungan yang diperolehi. Ini kerana faktor persekitaran dan kehadiran makanan yang berubah-ubah mengikut musim mempengaruhi kadar pertumbuhan saiz serta berat bivalvia pada masa-masa tertentu. Selain itu, kajian yang telah dijalankan oleh Dittman *et al.* (1998) pula mendapati pertumbuhan *Crassostrea virginica* adalah berbeza mengikut lokasi. Beliau mendapati *C. virginica* yang diternak di Long Island Sound adalah lebih besar daripada *C. virginica* yang diternak di Chesapeake Bay dan Delaware Bay semasa tiram-tiram tersebut berumur 18 bulan. Keputusan yang sama turut diperolehi Bartol *et al.* (1999) yang mendapati kadar pertumbuhan *C. virginica* adalah berbeza mengikut jenis substrat di mana ia melekat serta paras air pasang surut di setiap kawasan tersebut.

2.6 Faktor – faktor yang mempengaruhi kemandirian dan pertumbuhan bivalvia komersil.

2.6.1 Faktor persekitaran

Persekitaran akuatik yang sesuai adalah penting bagi organisma akuatik untuk menjalankan aktiviti biologinya. Sekiranya persekitaran tersebut tidak sesuai, ia akan menyebabkan metabolisma, pembesaran malah kemandirian organisma akuatik tersebut akan terjejas akibat daripada tekanan yang timbul (McLusky, 1981). Contohnya Ritter *et al.* (2005) mendapati proses penyesaran semula selepas ribut oleh organisma makrobentos di muara Rincon Bayou, Amerika Syarikat banyak dipengaruhi oleh nilai saliniti di kawasan tersebut. Manakala Bakhmet *et al.* (2005) mendapati perubahan denyutan jantung *Mytilus edulis* berlaku apabila didedahkan kepada saliniti yang lebih rendah atau tinggi daripada normal.

Bagi industri akuakultur, pemilihan tempat yang mempunyai mutu air yang sesuai sangat penting bagi memastikan organisma yang ditenak dapat membesar dengan baik dan sihat sebelum dijual ke pasaran (Askew, 1978; Lokman, 1992). Oleh itu, faktor kualiti air persekitaran perlu diberi perhatian berat sebelum sesuatu aktiviti akuakultur dijalankan terutamanya penternakan di habitat bukan semulajadi.

Saliniti yang tidak sesuai seperti menghampiri had toleransi maksimum atau minimum akan menyebabkan tiram menjadi lemah, mudah terdedah kepada penyakit dan memperlambatkan pertumbuhan. Kajian yang telah dijalankan oleh Butt *et al.* (2006) mendapati pendedahan *Saccostrea glomerata* kepada saliniti yang rendah akan menyebabkan tiram tersebut mudah diserang penyakit QX akibat kurangnya aktiviti Phenoloksida yang membentuk sistem imun tiram tersebut. Kajian yang dijalankan oleh Gagnaire *et al.* (2006) juga mendapati pengurangan saliniti telah menyebabkan kematian sel haemosit yang terlibat dalam pertahanan badan *C. gigas*.

Seperti saliniti, suhu turut mempunyai pengaruh penting ke atas fungsi fisiologi organisma yang tinggal di kawasan muara (Lokman, 1992, Dittman *et al.*, 1998). Sekiranya suhu di sesuatu kawasan muara tidak berada di dalam julat yang boleh diterima oleh organisma tersebut, maka ia boleh menyebabkan organisma tersebut mengalami tekanan yang boleh membawa kesan negatif kepada aktiviti biologinya seperti pengambilan oksigen berkurangan dan penghasilan ammonia bertambah sepertimana yang dilaporkan oleh Saucedo *et al.* (2004) ke atas *Pinctada mazatlanica* di Mexico manakala Andrews (1991) pula mendapati suhu mempengaruhi pembiakan *Crassostrea virginica* di persisiran pantai Atlantik.

Walau bagaimanapun, suhu yang tidak sesuai untuk tiram bukan sahaja boleh membawa maut malah akan mengganggu dan mengubah aktiviti biologinya. Ini dibuktikan melalui kajian yang dijalankan oleh Burklew (1971), Van Breedveld (1971) serta Morey dan Gennette (1971) ke atas *C. virginica*. Mereka mendapati suhu yang

berada di luar daripada had toleransi *C. virginica* akan memberi kesan negatif kepada kandungan glikogen, protein, komposisi elemen dalam tisu lembut serta perkembangan gonad. Kajian yang telah dijalankan oleh Gagnaire *et al.* (2006) di lapangan dan makmal menunjukkan peratusan kemusnahan haemosit (bendalir dalam tiram) *C. gigas* di Perancis mula meningkat apabila suhu mencecah 40 °C dan mencapai peratusan kemusnahan tertinggi kepada suhu 50 °C. Manakala suhu yang terlalu rendah pula akan menyebabkan tiram menjadi dorman iaitu kadar metabolisma menjadi sangat rendah seperti mana yang berlaku kepada *Ostrea edulis* di New Zealand apabila suhu mencapai kurang daripada 6 °C (Korringa, 1976). Huang *et al.* (2005) pula melaporkan suhu yang rendah semasa musim salji telah menyebabkan kadar kematian yang tinggi kepada *C. gigas* yang ditanam menggunakan kaedah gantungan di Taiwan.

Kelajuan arus telah mempengaruhi jumlah bahan-bahan terlarut, bahan terampai, makanan, oksigen terlarut yang dapat diambil oleh bivalvia selain berperanan membawa najis bivalvia tersebut ke tempat lain (Walne, 1974; Perry & Cirino, 2000). Walne (1974) juga mendapati kelajuan arus turut mempengaruhi kadar penapisan yang dijalankan oleh organisma pemakan menuras. Dalam kajian yang dijalankan oleh Nelson *et al.* (2004), mereka mendapati aktiviti penurasan *C. virginica* di Hewletts Creek, New Carolina berada di tahap paling efektif 3 jam selepas air pasang bermula, iaitu ketika kadar pergerakan air adalah paling tinggi dan ini menyokong pendapat sama yang telah dinyatakan oleh Matthiessen (2001). Walau bagaimanapun, kelajuan arus yang terlalu tinggi pula akan menyebabkan pertumbuhan organisma pemakan menuras menjadi perlahan atau tiada langsung (Fr chette *et al.*, 1993). Ini kerana kelajuan arus yang tinggi akan menyebabkan berlakunya peningkatan tekanan pada insang dan juga bukaan sifon yang bertentangan dengan arus (Wildish *et al.*, 1987; Wildish & Miyares, 1990). Tekanan yang tinggi ini akan mengurangkan keefisienan insang dan sifon untuk menapis makanan dan seterusnya memperlambatkan pertumbuhan bivalvia.