

**KESAN SUMBER FITOPLANKTON DAN SISTEM
TERNAKAN YANG BERBEZA TERHADAP
TUMBESARAN DAN KEMANDIRIAN TIRAM
JUVENIL (*Crassostrea iredalei*) FAUSTINO**

MUHAMMAD SHUKRI BIN MOHD YUSOF

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2016

**KESAN SUMBER FITOPLANKTON DAN SISTEM
TERNAKAN YANG BERBEZA TERHADAP
TUMBESARAN DAN KEMANDIRIAN TIRAM
JUVENIL (*Crassostrea iredalei*) FAUSTINO**

oleh

MUHAMMAD SHUKRI BIN MOHD YUSOF

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

Februari 2016

PENGHARGAAN

Jutaan terima kasih dan setinggi-tinggi penghargaan buat penyelia saya Professor Madya Dr. Aileen Tan Shau Hwai di atas segala bimbingan, nasihat dan teguran yang diberikan beliau dalam membantu menjayakan naskah ini. Tidak lupa kepada Professor Zulfigar Yasin atas segala tunjuk ajar dan peluang yang diberikan. Segala ilmu dan pengorbanan yang dicurahkan tidak akan mampu dibalas oleh saya. Saya juga ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada semua tenaga kerja di dalam Makmal Sains Marin USM (Pn. Noraini dan Uncle Bala) terima kasih atas teguran, kata dorongan dan tunjuk ajar yang diberikan selama saya berusaha menyiapkan naskah ini.

Tidak dilupakan kepada Mr. Wong, Ruli, Ah Yi dan Ebin yang banyak atas kemudahan yang disediakan bantuan yang diberikan sepanjang saya menjalankan pemerhatian di Ladang Ternakan Tiram di Balik Pulau, Pulau Pinang. Rakan-rakan yang sama-sama berada di Makmal Marin Sains USM terima kasih kerana memberi bantuan dalam melaksanakan kajian ini. Sejuta penghargaan buat keluarga yang sanggup bertahan dengan karenah dan menunggu sehingga saya mampu menyiapkan thesis ini.

Akhir kata, jutaan penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam kajian dan pemerhatian ini.

ISI KANDUNGAN

	Muka surat
PENGHARGAAN	ii
JADUAL KANDUNGAN	iii
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI RAJAH	viii
SENARAI SINGKATAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiv
BAB SATU: PENGENALAN	1
1.1 Penternakan tiram	1
1.2 Masalah industri tiram di Malaysia	2
1.3 Objektif kajian	4
BAB DUA: TINJAUN BACAAN	6
2.1 Tiram <i>Crassostrea iredalei</i>	6
2.2 Tumbesaran Tiram	10
2.3 Pengaruh faktor persekitaran terhadap tumbesaran tiram.....	11
2.3.1 Suhu	11
2.3.2 Saliniti	14
2.3.3 Kualiti dan kuantiti makanan	15
2.4 Musuh semulajadi tiram	18
2.5 Kaedah penternakan tiram	19
2.6 Ternakan tiram juvenil di kolam akuakultur	21

BAB TIGA: BAHAN DAN KAEDAH	23
3.1 Tiram juvenil	23
3.2 Sistem ternakan tiram juvenil	23
3.2.1 Sistem pengalir atasan (“upwelling”)	25
3.2.2 Kolam	26
3.3 Eksperimen I: Kesan sumber fitoplankton yang berbeza	26
terhadap tumbesaran dan kemandirian tiram juvenil.	
<i>Crassostrea iredalei</i>	
3.4 Eksperimen II: Kesan sistem ternakan yang berbeza terhadap ..	28
tumbesaran dan kemandirian tiram juvenil. <i>Crassostrea iredalei</i>	
3.5 Ukuran biometrik	29
3.6 Kemandirian tiram	30
3.7 Parameter fizikal	31
3.7.1 Suhu	31
3.7.2 Saliniti	31
3.7.3 Jumlah pepejal terampai	31
3.7.4 Kekeruhan	33
3.8 Parameter Kimia	33
3.8.1 Kandungan oksigen terlarut	33
3.8.2 Nilai pH	34
3.8.3 Kepekatan nitrat, ammonia dan fosfat	34
3.9 Persampelan fitoplankton	34
3.9.1 Pengecaman fitoplankton	35
3.9.2 Pengiraan fitoplankton	36
3.10 Analisa statistik	38

BAB EMPAT: KEPUTUSAN	39
4.1 Kesan sumber fitoplankton yang berbeza terhadap	39
tumbesaran dan kemandirian tiram juvenil <i>Crassostrea iredalei</i> .	
4.1.1 Kemandirian tiram	39
4.1.2 Tumbesaran biometerik tiram juvenil	41
<i>Crassostrea iredalei</i>	
4.1.3 Parameter fizikal	44
4.1.3.1 Suhu harian	44
4.1.3.2 Saliniti harian	46
4.1.3.3 Jumlah pepejal terampai	47
4.1.3.4 Kekeruhan air	48
4.1.4 Paramater kimia.....	49
4.1.4.1 Kandungan oksigen terlarut	49
4.1.4.2 Nilai pH	50
4.1.4.3 Nitrat, fosfat dan ammonia	51
4.1.5 Pengecaman fitoplankton	54
4.1.5.1 Fitoplankton kultur	54
4.1.5.2 Fitoplankton liar	54
4.1.5.3 Kepadatan fitoplankton kultur dan	57
fitoplankton liar mengikut minggu persampelan	
4.1.5.4 Bilangan spesies	58
4.2 Kesan sistem ternakan yang berbeza terhadap tumbesaran dan	59
kemandirian tiram juvenil <i>Crassostrea iredalei</i> .	
4.2.1 Kemandirian tiram	59
4.2.2 Tumbesaran biometerik tiram <i>Crassostrea iredalei</i> ..	60
juvenil	

4.2.3	Parameter fizikal	62
4.2.3.1	Suhu harian	62
4.2.3.2	Saliniti harian	64
4.2.3.3	Jumlah pepejal terampai	65
4.2.3.4	Kekeruhan air	66
4.2.4	Paramater kimia	67
4.2.4.1	Kandungan oksigen terlarut	67
4.2.4.2	Nilai pH	68
4.2.4.3	Nitrat, ammonia dan fosfat	68
 BAB LIMA: PERBINCANGAN		72
5.1	Eksperimen I: Kesan sumber fitoplankton yang berbeza terhadap tumbesaran dan kemandirian tiram juvenil <i>Crassostrea iredalei</i> .	73
5.2	Eksperimen II: Kesan sistem ternakan yang berbeza terhadap .. tumbesaran dan kemandirian tiram <i>Crassostrea iredalei</i> juvenil.	85
 BAB ENAM: KESIMPULAN DAN CADANGAN KAJIAN		92
BAB TUJUH: SENARAI RUJUKAN		95
LAMPIRAN		

SENARAI JADUAL

Jadual		Muka surat
1.1	Julat suhu optimum bagi spesies-spesies tiram yang berbeza.	14
1.2	Julat saliniti yang optimum untuk spesies-spesies tiram berbeza.	15
4.1	Spesies fitoplankton yang ditemui untuk ternakan tiram juvenil yang dibekalkan dengan fitoplankton liar	55

SENARAI RAJAH

Rajah		Muka surat
1.1	Lokasi penternakan tiram di Malaysia (diubahsuai dari Devakie <i>et al.</i> , 1993)	3
2.1	Sistem pencernaan dalam tiram (Kennedy, 1997)	9
3.1	Keratan rentas tangki ternakan untuk sistem pengalir atasan	25
4.1	Peratus kemandirian mingguan tiram <i>Crassostrea iredalei</i> yang dibekalkan fitoplankton kultur (32.33 ± 4.11 %) dan fitoplankton liar (55.46 ± 4.25 %) bagi tempoh 45 minggu.	39
4.2	Panjang cengkerang, ketebalan cengkerang dan berat tiram juvenil <i>Crassostrea iredalei</i> yang dibekalkan fitoplankton kultur dan ditoplankton liar bagi tempoh 45 minggu.	42
4.3	Suhu maksimum dan minimum harian air yang digunakan untuk fitoplankton kultur (30.41 ± 0.88 °C) dan fitoplankton liar (31.65 ± 1.17 °C) bagi tempoh 45 minggu.	45
4.4	Saliniti harian air yang digunakan untuk fitoplankton kultur (24.48 ± 1.97 ppt) dan fitoplankton liar (23.31 ± 2.73 ppt) bagi tempoh 45 minggu.	46
4.5	Kandungan pepejal terampai air yang digunakan untuk fitoplankton kultur (0.136 ± 0.018 mg/L) dan fitoplankton liar (0.182 ± 0.029 mg/L) bagi tempoh 45 minggu.	47

4.6	Kekeruhan air yang digunakan untuk fitoplankton kultur (4.27 ± 0.23 FTU) dan fitoplankton liar (7.56 ± 0.25 FTU) bagi tempoh 45 minggu.	49
4.7	Kandungan oksigen terlarut air yang digunakan untuk fitoplankton kultur (6.13 ± 0.08 mg/L) dan fitoplankton liar (6.07 ± 0.09 mg/L) bagi tempoh 45 minggu.	50
4.8	Nilai pH air yang digunakan untuk fitoplankton kultur (7.26 ± 0.04) dan fitoplankton liar (7.25 ± 0.04) bagi tempoh 45 minggu.	51
4.9	Kandungan nutrien dalam air yang untuk fitoplankton kultur dan fitoplankton liar bagi tempoh 45 minggu.	53
4.10	Kepadatan sel fitoplankton mingguan dalam sumber fitoplankton kultur yang dibekalkan kepada tiram juvenil bagi tempoh 45 minggu.	57
4.11	Kepadatan sel fitoplankton dalam air untuk sumber fitoplankton liar yang dibekalkan kepada tiram juvenil bagi tempoh 45 minggu.	58
4.12	Peratus kemandirian tiram juvenil di dalam sistem A (68.31 ± 1.53) dan sistem B (74.54 ± 1.50) untuk tempoh 45 minggu.	59
4.13	Tumbesaran panjang cengkerang, tebal cengkerang dan berat tiram bagi sistem A dan sistem B bagi tempoh 45 minggu.	61

4.14	Perubahan suhu air harian dalam sistem A ($29.32 \pm 2.216^{\circ}\text{C}$) dan sistem B (30.68 ± 2.47) bagi tempoh 45 minggu.	63
4.15	Saliniti harian air dalam sistem A (27.23 ± 2.23 ppt) dan sistem B (23.88 ± 2.72 ppt) bagi tempoh 45 minggu.	64
4.16	Jumlah pepejal terampai dalam air untuk sistem A (0.235 ± 0.030 mg/L) dan sistem B (0.245 ± 0.041 mg/L) bagi tempoh 45 minggu.	65
4.17	Kekeruhan air dalam sistem A (15.16 ± 0.30 FTU) dan sistem B (11.19 ± 0.25 FTU) bagi tempoh 45 minggu.	66
4.18	Kandungan oksigen terlarut dalam air sistem A (5.51 ± 0.08 mg/L) dan sistem B (5.45 ± 0.08 mg/L) bagi tempoh 45 minggu.	67
4.19	Nilai pH air dalam sistem A (7.18 ± 0.03) dan sistem B (7.25 ± 0.42) bagi tempoh 45 minggu.	68
4.20	Kandungan nutrien dalam air (a), ammonia (b) dan fosfat (c) untuk sistem A dan B selama 45 minggu kajian.	69

SENARAI PLAT

Plat		Muka surat
2.1	Parut tisu aduktor pada tiram <i>Crassostrea iredalei</i> (Diubahsuai daripada Izwandy, 2006).	8
2.2	Sistem ternakan pengalir atasan untuk tiram juvenil.	21
3.1	Sistem pengalir atasan yang digunakan di ladang ternakan tiram.	24
3.2	Sistem ternakan kolam yang digunakan dalam ladang ternakan tiram	26
3.3	Ukuran panjang dan tebal tiram juvenil.	30

SENARAI SINGKATAN

Singkatan

<	: kecil daripada
>	: besar daripada
=	: bersamaan dengan
±	: tambah atau kurang
°C	: darjah celcius
g	: gram
mm	: milimeter
ml	: mililiter
mg/L	: milligram per liter
L	: liter
%	: peratus
ppt	: bahagian per seribu
DO	: oksigen terlarut
FTU	: unit kekeruhan formazin
p	: paras keertian

**KESAN SUMBER FITOPLANKTON DAN SISTEM TERNAKAN YANG
BERBEZA TERHADAP TUMBESARAN DAN KEMANDIRIAN TIRAM
JUVENIL (*Crassostrea iredalei*) FAUSTINO**

ABSTRAK

Tiram juvenil dari spesies *Crassostrea iredalei* diternak dalam dua eksperimen yang berbeza iaitu Eksperimen I; Kesan sumber fitoplankton berbeza terhadap tumbesaran dan kemandirian tiram juvenil *Crassostrea iredalei*. Eksperimen II; Kesan sistem ternakan berbeza terhadap tumbesaran dan kemandirian tiram juvenil *Crassostrea iredalei*. Dalam Eksperimen I tiram juvenil dibekalkan dengan sumber fitoplankton yang berbeza, iaitu fitoplankton liar dan fitoplankton kultur. Pada akhir kajian iaitu selepas 45 minggu penternakan menggunakan sistem pengalir atasan (upwellers) kemandirian tiram yang dibekalkan dengan fitoplankton kultur (32.33 ± 4.11 %) adalah lebih rendah berbanding fitoplankton liar (55.46 ± 4.25 %). Tumbesaran yang dicatatkan oleh tiram juvenil di dalam kedua-dua fitoplankton juga positif namun pada akhir kajian pertumbuhan tiram juvenil yang dibekalkan dengan fitoplankton kultur dilihat lebih tinggi berbanding fitoplankton liar. Faktor persekitaran di dalam Eksperimen I telah dibahagi kepada tiga kumpulan parameter iaitu fizikal (suhu maksimum dan minimum, saliniti, kekeruhan dan jumlah pepejal terampai), kimia (kepekatan oksigen terlarut, pH, nitrat, ammonia dan fosfat) dan biologi (fitoplankton). Kajian ini menunjukkan bahawa semua parameter-parameter yang direkodkan berada dalam julat yang sesuai untuk penternakan tiram juvenil berdasarkan ujian korelasi yang dijalankan. Dalam eksperimen II tiram juvenil diternak dalam dua sistem yang berbeza (Sistem kolam dan Sistem tangka).

Kedua-dua sistem mencatatkan peratusan kemandirian yang tinggi ($54.50 \pm 0.57\%$ - $62.83 \pm 2.25\%$) pada akhir kajian. Namun perbandingan dari segi kos pengoperasian sistem kolam adalah lebih mesra penternak berbanding sistem tangki.

**EFFECTS OF DIFFERENT SOURCES OF PHYTOPLANKTON AND
CULTURE SYSTEMS ON THE GROWTH AND SURVIVAL OF JUVENILE
OYSTERS (*Crassostrea iredalei*) FAUSTINO**

ABSTRACT

Juvenile oysters of the species *Crassostrea iredalei* were cultured in two different experiments namely Experiment I; Effects of different sources of diet on the growth and the survival of the juvenile oysters *Crassostrea iredalei*. Experiment II; Effects of different culture systems on the growth and survival of the juvenile oysters *Crassostrea iredalei*. In experiment I, the juvenile oysters were supplied with different sources of phytoplankton (wild phytoplankton and cultured phytoplankton) where the juvenile oysters were cultured using upwelling system for 45 weeks. The survival of the juvenile oysters supplied by cultured phytoplankton (32.33 ± 4.11 %) is lower compared to wild phytoplankton sources (55.46 ± 4.25 %). Juvenile oyster fed with both phytoplankton sources showed a positive growth but towards the end of the study cultured phytoplankton show higher growth compared wild phytoplankton. Environmental factors in Experiment I were divided into three group of parameters, namely physical (maximum and minimum temperature, salinity, turbidity and total suspended solids), chemical (dissolved oxygen, pH, nitrate, ammonia and phosphate) and final biological parameters (phytoplankton). This study showed that all parameters measured were within the suitable range for culturing of juvenile oysters based on correlation analysis. In Experiment II, juvenile oysters were cultured in two different culture systems namely Pond system and Tank system. Both the cultured systems recorded high percentage of survival at the end of the

study ($54.50 \pm 0.57\%$ - $62.83 \pm 2.25\%$). The pond system seems to be a better option for oyster farmer compared to tank system in terms of operational cost.

BAB SATU

PENGENALAN

Perikanan adalah salah satu tunjang yang menyokong pembangunan ekonomi sesebuah negara. Bagi negara yang terletak di rantau Asia Tenggara, industri perikanan menjadi lebih penting dalam memenuhi keperluan pemakanan manusia di rantau ini (De Silva & Davy, 2010). Industri perikanan juga dilihat sebagai pembekal utama protein berkualiti kepada manusia selain daripada daging. Bidang akuakultur adalah salah satu cabang perikanan yang menyokong peningkatan dalam hasil perikanan (Naylor *et al.*, 2000).

Akuakultur atau ternak air adalah kaedah penternakan haiwan dan tumbuhan akuatik menggunakan kaedah moden. Penternakan akuakultur yang melibatkan kajian dan kaedah baru diperkenalkan bagi mempertingkatkan tumbesaran, kematangan dan juga daya tahan organisma ternakan terhadap alam sekitar dan pemangsa (Costa-pierce, 2008). Di antara kumpulan organisma yang ditenak menggunakan teknik akuakultur adalah haiwan moluska, ikan dan juga udang (SEAFDEC, 2008).

1.1 Penternakan tiram

Tiram adalah haiwan akuatik bercengkerang yang tersenarai di bawah Filum Moluska. Terdapat lebih dari 100 spesies tiram di dunia tetapi hanya beberapa spesies yang ditenak secara komersial di seluruh dunia (Devakie *et al.*, 1993). Di negara-negara Asia Tenggara seperti Malaysia, Indonesia dan Thailand, kebanyakan tiram yang ditenak adalah dari genus *Crassostrea*, *Saccostrea* dan *Ostrea* (Najiah *et al.*, 2008; Siddiqui *et al.*, 2008). Selain dari itu terdapat juga spesies tiram yang lain

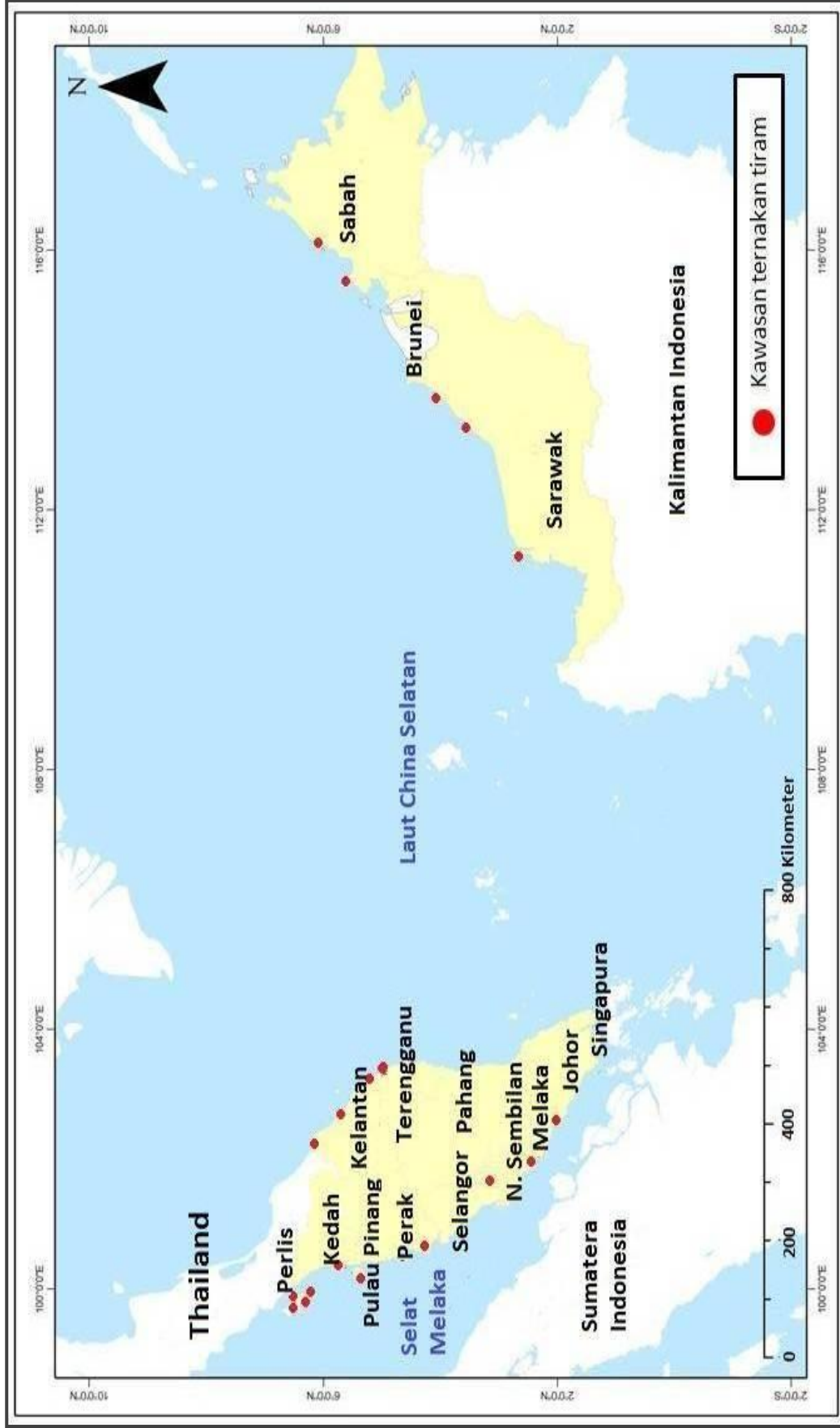
seperti *Ostrea edulis* yang ditenak di negara Eropah dan juga *Saccostrea glomerata* yang ditenak di Australia (Gosling, 2003).

C. iredalei merupakan spesies tiram utama yang ditenak secara komersial di Malaysia. Tiram ini mendapat permintaan yang tinggi dari hotel dan restoran tempatan. Selain di Malaysia, *C. iredalei* juga merupakan spesies yang mempunyai permintaan yang tinggi di Thailand dan Filipina. Permintaan yang tinggi terhadap spesies ini adalah berikutan rasa isi tiram ini yang sedap dan manis. Permintaan terhadap tiram meningkat hasil dari kesedaran orang ramai tentang khasiat tersembunyi yang terkandung di dalam tiram kepada manusia (Nawawi, 1993). Di samping itu, isinya yang berwarna putih krim berbanding spesies tiram yang lain (Devakie *et al.*, 1993) menyebabkan spesies ini menjadi pilihan penternak dan pengguna. Rajah 1.1 menunjukkan beberapa lokasi penternakan tiram di Malaysia.

1.2 Masalah industri tiram di Malaysia

Industri ternakan tiram di Malaysia mempunyai potensi untuk bersaing dengan negara pengeluar tiram utama dunia China, Korea, Jepun dan Perancis (Martenot *et al.*, 2010). Namun begitu beberapa faktor telah menjadi perencat kepada kemajuan industri ini. Faktor penghalang utama kepada kemajuan industri tiram di Malaysia adalah masalah kekurangan sumber benih.

Menurut kajian yang dijalankan oleh Devakie *et al.*(1993) sumber utama benih tiram di Malaysia diperoleh daripada sumber semulajadi. Oleh kerana itu penghasilan benih tiram terhad dan amat bergantung kepada keadaan alam semulajadi. Bencana alam seperti banjir akan memberi impak yang besar terhadap penghasilan benih tiram.



Rajah 1.1 Lokasi penternakan tiram di Malaysia (diubahsuai dari Devakie *et al.*, 1993).

Pengumpulan spat tiram secara semulajadi hanya terhad pada waktu tertentu di mana kitar pembiakan atau waktu perembesan gamet oleh tiram mencapai “kemuncak”. Tahap kemuncak adalah peringkat berlakunya perembesan gamet tertinggi oleh populasi tiram di satu kawasan. Perubahan saliniti air dan suhu akibat hujan merupakan faktor yang memberikan kesan kepada kitar pembiakan (Nawawi, 1993). Penghasilan benih tiram di ladang tiram komersial merupakan salah satu kaedah untuk mengatasi masalah kekurangan benih tiram di Malaysia. Penghasilan benih tiram di dalam makmal atau ladang ternakan tiram turut dijalankan di negara pengeluar tiram utama dalam usaha mengatasi masalah kekurangan benih tiram (Langdon *et al.*, 2003).

Peringkat juvenil merupakan peringkat kritikal dalam penternakan tiram. Hal ini adalah kerana kemandirian tiram pada peringkat ini adalah rendah. Kemandirian tiram juvenil dipengaruhi oleh faktor pemakanan, kualiti air dan teknik ternakan. Kajian yang lebih mendalam mengenai faktor pemakanan terutama dari segi fitoplankton dan teknik ternakan yang digunakan ketika peringkat juvenil tiram mampu meningkatkan kemandirian tiram juvenil yang ditenak. Peningkatan kemandirian tiram juvenil secara tidak langsung meningkatkan penghasilan benih tiram untuk tujuan komersial. Hal ini secara tidak langsung dapat mengatasi masalah kekurangan benih tiram di Malaysia dan mampu menjadikan Malaysia sebagai salah satu negara pengeluar tiram utama dunia.

1.3 Objektif kajian

Kajian mengenai tumbesaran tiram juvenil adalah amat penting bagi kita memahami dengan lebih mendalam tentang kesan persekitaran terhadap fisiologi

tiram dan keperluan persekitaran optimum yang mampu meningkatkan tumbesaran tiram dan kemandirian tiram. Di samping itu, kajian yang lebih mendalam mengenai kesan pemakanan terhadap tumbesaran dan kemandirian tiram *C. iredalei* juvenil membolehkan kita memahami dengan lebih baik tentang keperluan dan keadaan parameter persekitaran yang sesuai untuk mempercepatkan tumbesaran tiram.

Objektif kajian ini adalah:-

1. Untuk mengkaji kesan sumber fitoplankton yang berbeza (fitoplankton semulajadi dan fitoplankton dikultur) terhadap tumbesaran dan kemandirian tiram juvenil *C. iredalei*.
2. Untuk mengkaji kesan teknik ternakan yang berbeza terhadap tumbesaran dan kemandirian tiram juvenil *C. iredalei*.

BAB DUA

TINJAUAN BACAAN

2.1 Tiram *Crassostrea iredalei*

Tiram *C. iredalei* adalah spesies yang disenaraikan di dalam family *Ostreidae* dan sebahagian daripada organisma filum Moluska (Christo *et al.*, 2010). Semua haiwan yang dikategorikan di dalam filum Moluska berkongsi satu sifat yang sama iaitu mempunyai bahagian tubuh badan yang lembut dan dilindungi oleh cengkerang keras (Gosling, 2003). Bivalvia adalah gabungan dua perkataan iaitu ‘Bi’ bermaksud dua manakala ‘valvia’ membawa makna ‘valve’ atau cengkerang. Organisma yang mempunyai dua cengkerang dikelaskan di dalam kelas bivalvia. Tiram, kerang darah, kupang dan kerang gergasi merupakan antara contoh organisma bivalvia. Pengelasan taksonomi tiram dijelaskan dengan lebih terperinci melalui pengelasan di bawah;

Kingdom *Animalia* Linnaeus, 1758

Filum *Molluska* (Linnaeus, 1758) Cuvier, 1795

Class *Bivalvia* Linnaeus, 1758

Subclass *Metabranhia*

Order *Pteriomorpha*

Family *Ostreidae* Rafinesque, 1815

Genus *Crassostrea* Sacco, 1897

Crassostrea iredalei (Faustino,
1928)

C. iredalei merupakan spesies tiram tropika yang mendiami kawasan muara sungai di mana berlaku pertemuan antara air laut dan air sungai. Kebiasaannya *C. iredalei* mudah ditemui terlekat pada substrat keras yang terdapat di permukaan dasar seperti akar pokok bakau, batu dan juga di atas cengkerang tiram lain. Spesies tiram dari genus *Crassostrea* mempunyai ketahanan dan kadar toleransi yang tinggi terhadap perubahan persekitaran di kawasan muara sungai seperti kadar perubahan julat kemasinan yang tinggi dan kadar pasang surut air laut (Angell, 1986).

Tiram adalah organisma akuatik yang mempunyai dua cengkerang keras tidak simetri di kedua belah bahagiannya. Cengkerang ini diperbuat dari komponen utama iaitu kalsium karbonat. Panjang di antara dorsal dengan ventral tiram adalah lebih besar berbanding dengan jarak di antara anterior dan posterior, mengakibatkan cengkerang tiram berbentuk leper (Poutiers, 1998).

Cengkerang tiram terbahagi kepada tiga lapisan utama. Lapisan pertama adalah lapisan dalam yang nipis dan keras. Lapisan ini dipanggil lapisan nakreus untuk tiram. Tiram *C. iredalei* mempunyai lapisan dalam berwarna putih kusam (Gosling, 2003). Pada lapisan dalam tiram *C. iredalei* juga terdapat satu tanda parut berwarna hitam keunguan akibat kesan perlekatan otot aduktor tiram (Rosell, 1991; Poutiers, 1998). Plat 2.1 menunjukkan parut tisu aduktor pada tiram *C. iredalei*. Lapisan kedua terletak di antara lapisan luar cengkerang dan lapisan dalam. Lapisan ini dipanggil lapisan tengah dan diperbuat dari kalsium karbonat. Lapisan tengah ini merupakan lapisan yang paling keras jika dibandingkan dengan lapisan cengkerang yang lain. Lapisan luar adalah lapisan nipis dan berlendir pada cengkerang tiram. Namun lendir pada lapisan cengkerang ini akan hilang dengan sendirinya seiring dengan tumbesaran (Quayle, 1980).



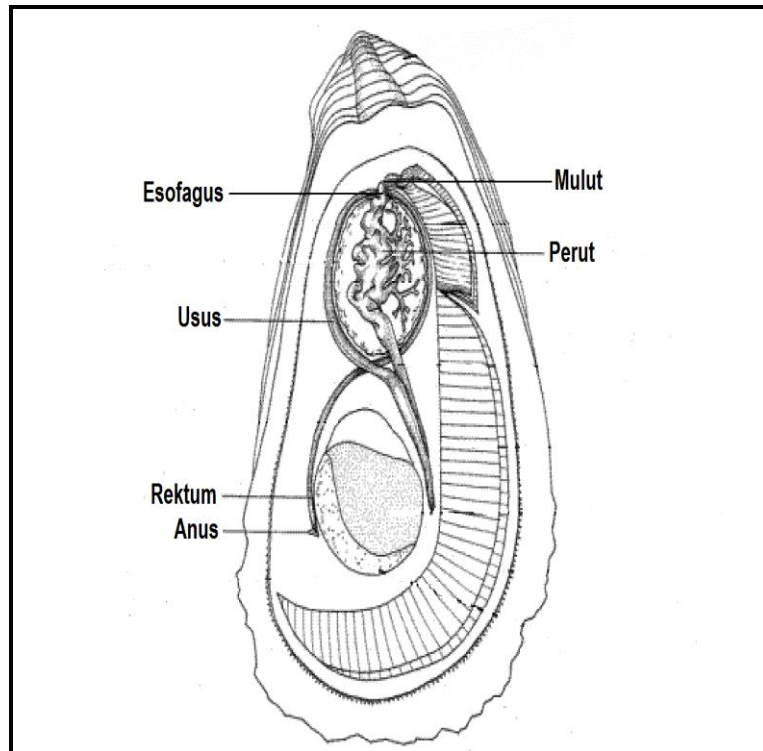
Plat 2.1 Parut tisu aduktor pada tiram *Crassostrea iredalei* (Diubahsuai daripada Izwandy, 2006).

Kedua-dua cengkerang tiram dihubungkan oleh sendi yang terletak pada bahagian umbo tiram. Bukaan cengkerang tiram dikawal oleh sepasang otot yang terlekat pada cengkerang dipanggil otot aduktor. Cengkerang keras pada tiram berperanan untuk menyokong tisu lembut tiram di samping menyediakan perlindungan kepada tiram daripada pemangsa (Gosling, 2003).

Pada bahagian dalam tiram atau bahagian isi boleh dibahagi kepada beberapa bahagian utama seperti insang, sistem pencernaan, mantel dan juga otot aduktor. Tiram adalah organisma yang menapis air laut bagi memperoleh makanan. Mikroorganisma yang terkandung di dalam air akan terperangkap pada mukus yang berada pada bahagian insang (McNevin, 2007). Labial palp pada insang akan bertindak mengasingkan makanan bagi tiram.

Sistem pencernaan makanan bermula dengan mulut kemudian esofagus pendek dan tekak yang menghubungkan mulut kepada kantung yang mempunyai fungsi seperti perut. Tiram tidak mempunyai otak yang bertindak sebagai organ utama yang berfungsi mengawal semua pergerakan dan mekanisma yang mengawal

atur keseimbangan tubuh serta fisiologi mereka, namun begitu fungsi otak di dalam tiram diganti dengan tiga kumpulan saraf utamanya (Quayle, 1980).



Rajah 2.1 Sistem pencernaan dalam tiram (Kennedy 1997)

Tiram adalah moluska diesous, ini bermakna tiram mempunyai jantina seks berasingan atau satu jantina sahaja pada satu organisma. Tiram dari genus *Crassostrea* adalah haiwan ovipariti. Haiwan ovipariti adalah haiwan yang bertelur dan telur yang dihasilkan akan berkembang dan menetas di luar badan induk (Menzel, 1991). Persenyawaan tiram *Crassostrea* spp. berlaku diluar tubuh badan tiram dan telur yang matang akan dirembes keluar dari tubuh ke dalam air (Pillay & Kutty, 2005). Menurut pemerhatian yang dijalankan oleh Rossell (1991) tiram mencapai tahap matang dan mampu menjalankan reproduksi seksual apabila mencapai ukuran panjang 50 hingga 80 mm.

Tiram adalah organisma yang kebiasaannya ditemui terlekat pada substrat yang keras seperti batu dan akar kayu paya bakau. Disebabkan hal ini tiram terpaksa bergantung kepada pergerakan dan arus air bagi memperolehi sumber makanan. Oleh kerana itu insang tiram memainkan peranan yang sangat penting dalam kitar hidup tiram. Tiram menggunakan insang untuk menapis air yang masuk ke dalam cengkerang. Insang tiram menjalankan dwi-fungsi dalam tubuh tiram; selain berfungsi sebagai penapis makanan, insang pada tiram juga merupakan organ pernafasan bagi tiram. Bahagian mantel tiram dipenuhi dengan salur darah yang akan mengekstrak kandungan oksigen terlarut yang terkandung di dalam air dan seterusnya menyingkirkan kandungan karbon dioksida daripada tiram (McNevin, 2007).

2.2 Tumbesaran tiram

Tumbesaran tiram pada tisu atau cengkerang berlaku seiring dengan peningkatan umur tiram. Namun begitu faktor persekitaran kawasan habitat tiram memainkan peranan penting terhadap tumbesaran tiram. Faktor persekitaran terutamanya kualiti air amat penting bagi haiwan bivalvia ini kerana tiram bergantung sepenuhnya kepada air bagi memperolehi nutrisi untuk membesar. Perubahan saliniti air, kepadatan makanan dan suhu air merupakan antara faktor penting yang mampu mendatangkan kesan pada pertumbuhan tiram (Wang *et al.*, 2008).

Faktor persekitaran yang tidak sesuai untuk tumbesaran tiram akan memberi kesan secara fisiologi kepada tiram dan memberikan tekanan kepada tiram. Perencatan dalam pertumbuhan tiram mungkin diakibatkan oleh kehilangan tenaga

yang banyak akibat dari ketidaksuaiannya faktor persekitaran yang membawa kepada tekanan kepada tiram seperti juga haiwan bivalvia yang lain. Menurut Mason *et al.* (1998) perbezaan saiz tiram pada peringkat awal bukanlah satu sifat genetik yang diwarisi tetapi lebih kepada kesan atau tindak balas sementara oleh tiram akibat dari faktor persekitaran.

2.3 Pengaruh faktor persekitaran terhadap tumbesaran dan kemandirian tiram

Tumbesaran tiram mempunyai perkaitan rapat dengan faktor persekitaran seperti suhu, saliniti air, kualiti serta kepadatan sumber makanan semulajadi dan juga kehadiran pemangsa (Wang *et al.*, 2008). Faktor persekitaran yang tidak sesuai mungkin mengakibatkan tekanan kepada tiram lantas merencatkan pertumbuhan tiram.

2.3.1 Suhu

Suhu adalah salah satu daripada faktor persekitaran yang memainkan peranan penting dalam kitaran hidup tiram. Kesan suhu ke atas tiram akan mempengaruhi kadar pengaliran air, pemakanan, kadar respirasi tiram, pembentukan gonad dan juga perembesan gamet oleh tiram (Galtsoff, 1964). Semua proses tersebut mempunyai kesan secara langsung terhadap tumbesaran tiram melalui jumlah tenaga yang digunakan oleh tiram untuk tujuan tumbesaran mahupun pembiakan.

Kadar toleransi tiram terhadap suhu terutama ketika suhu rendah boleh dilihat bukan sahaja pada peringkat embrio dan juvenil tetapi juga pada peringkat dewasa (O'Connor & Lawler, 2004). Kajian oleh Tomaru *et al.* (2001) dan Resgalla *et al.* (2007) menunjukkan bahawa sekiranya tiram terdedah kepada perubahan suhu yang melampau boleh mempengaruhi aktiviti fisiologi haiwan bivalvia. Julat suhu yang

tidak sesuai akan menyebabkan tekanan serta mampu merencatkan aktiviti biologi haiwan bivalvia (Saucedo *et al.*, 2004).

Suhu dikatakan berubah mengikut kedudukan garisan latitud dan Gosling (2003) menyatakan bahawa bivalvia yang ditanak di kawasan yang beraltitud rendah mempunyai kadar tumbesaran lebih tinggi sekiranya dibandingkan dengan kadar tumbesaran tiram di kawasan yang beraltitud tinggi, namun begitu menurut Gosling (2003) perubahan julat suhu yang kecil tidak mempunyai kesan yang besar ke atas kadar tumbesaran tiram. Gosling (2003) turut menyatakan bahawa suhu air mempunyai kesan terhadap kandungan sumber makanan semulajadi yang terkandung di dalam air dan secara tidak langsung memberi kesan ke atas tumbesaran tiram.

Kajian yang dilakukan oleh Mitchell *et al.* (2006) menyatakan bahawa kadar pertumbuhan cengkerang tiram *O. angasi* adalah lebih tinggi pada musim panas berbanding dengan pertumbuhan tiram pada musim sejuk di Tasmania, Australia. Tumbesaran tiram meningkat secara mendadak seiring dengan peningkatan suhu sehingga mencapai suhu maksimum. Selepas melepasi suhu maksimum pembesaran kadar pembesaran akan berkurang (Cáceres-Puig *et al.*, 2007).

Perubahan suhu persekitaran di mana sumber makanan adalah terhad akan mengakibatkan peningkatan penggunaan tenaga metabolik dan mengakibatkan perencatan tumbesaran tiram (Pouvreau *et al.*, 2000). Suhu merupakan faktor yang memainkan peranan besar ke atas kemandirian tiram walaupun tidak mempunyai kesan secara langsung. Pengaruh suhu terhadap tiram meliputi kesan suhu keatas kematangan seksual dan kitar pembiakan tiram (Soletchnik *et al.*, 2007).

Suhu air juga mampu mempengaruhi aktiviti hemosit dalam tiram. Variasi dalam bacaan suhu memberikan kesan pada bilangan hemosit dan juga aktiviti phagositik yang berlaku di dalam badan tiram (Gagnaire *et al.*, 2006).

Kajian oleh Lok *et al.* (2006) di Mersin bay, Turkey menunjukkan bahawa pada suhu 14 °C berat dan panjang tiram berkurang. Kajian ternakan tiram *C. virginica* yang dijalankan oleh Bataller *et al.* (1999) di permukaan air dan di dasar menunjukkan bahawa tiram diternak di permukaan air dengan suhu yang lebih tinggi mempunyai kadar pembesaran yang lebih tinggi berbanding dengan tiram yang diternak di bahagian dasar dengan suhu yang lebih rendah. Suhu yang tinggi mampu meningkatkan kadar kecekapan asimilasi organisma lantas meningkatkan pembesaran somatik tiram (Nair & Appukuttan, 2003). Tumbesaran somatik akan berkurang sekiranya perubahan suhu bergabung dengan kesan dari saliniti yang tidak sesuai terutama pada saliniti rendah (Heilmayer *et al.*, 2008).

Suhu sesuai untuk pembesaran spat tiram *C. corteziensis* adalah pada suhu 28 °C (Cáceres-Puig *et al.*, 2007). Tumbesaran larva tiram *S. echinata* adalah lebih baik pada suhu 29 °C (Coeroli *et al.*, 1984). Kadar tumbesaran tiram *C. virginica* yang terbaik adalah direkodkan pada julat suhu 20 °C hingga 30 °C (Matthiessen, 2001). Dalam persekitaran yang sesuai dengan kepadatan sumber makanan semulajadi yang tinggi, kadar tumbesaran tiram *C. gigas* adalah paling tinggi pada suhu 20 °C (Malouf & Breese, 1977). Jadual 2.1 menunjukkan julat suhu optimum bagi spesies tiram berbeza mengikut jenis dan tahap umur tiram.

Jadual 2.1: Julat suhu optimum untuk suhu bagi spesies tiram yang berbeza.

Spesis tiram	Peringkat	Suhu optimum	Rujukan
<i>Crassostrea belcheri</i>	Dewasa	27 - 31 °C	Angell, 1986
<i>Crassostrea gigas</i>	Dewasa	20°C	Malouf dan Breese, 1977
<i>Crassostrea virginica</i>	Juvenil	20- 30°C	Matthiessen, 2001
<i>Crassostrea corteziensis</i>	Spat	28°C	Cáceres-Puig <i>et al.</i> , 2007
<i>Sacrosstrea echinata</i>	Larva	29°C	Coeroli <i>et al.</i> , 1984

2.3.2 Saliniti

Saliniti air mempunyai kesan terhadap tingkah laku haiwan dan juga aktiviti fisiologi haiwan bivalvia. Saliniti juga dilihat sebagai satu faktor yang mengawal taburan spesies bivalvia di dunia. Tiram dikategorikan sebagai haiwan yang mampu hidup di dalam air laut yang mempunyai julat saliniti yang tinggi (Glastoff, 1964). Kesan saliniti dikatakan memberikan kesan lebih dominan terhadap tumbesaran dan kadar kematian tiram sekiranya bergabung dengan kesan suhu seperti yang telah dinyatakan di dalam beberapa kajian (Robert *et al.*, 1988; Bataller *et al.*, 1999; O'Connor & Lawler, 2004; Heilmayer *et al.*, 2008; Tucker & Hargreaves, 2009). Perubahan saliniti air akibat dari kekerapan hujan dan kadar pertukaran air menjadi punca kematian tiram (Soletchnik *et al.*, 2007).

Kajian yang dijalankan oleh Nell dan Holliday (1988) menunjukkan bahawa tiram *S. commercialis* mempunyai kadar tumbesaran paling tinggi pada julat saliniti 23 -39 ppt manakala kadar kemandirian paling tinggi pada julat saliniti 27 ppt sehingga 39 ppt. Tiram *O. chilensis* mampu hidup dalam julat saliniti 28 ppt hingga 33 ppt dan sekiranya tahap kemasinan berada di bawah 20 ppt akan memberi kesan negatif kepada kadar tumbesaran dan kadar kematian tiram (Toro, 1995).

Tahap kemandirian tertinggi untuk tiram *S. glomerata* adalah direkodkan pada julat saliniti 21 ppt sehingga 33 ppt manakala untuk kadar tumbesaran adalah paling tinggi adalah direkodkan dalam julat saliniti 26 sehingga 34 ppt (Dove & O' Connor, 2007). Senarai julat saliniti untuk spesies tiram berlainan ditunjukkan dalam Jadual 2.2.

Jadual 2.2: Kadar saliniti optimum bagi beberapa spesies tiram berlainan.

Spesies tiram	Peringkat	Julat Saliniti Optimum	Rujukan
<i>Saccostrea commercialis</i>	Dewasa	27 – 39 ppt	Nell dan Holliday, 1988
<i>Ostrea chilensis</i>	Dewasa	28 – 33 ppt	Toro, 1995
<i>Saccostrea glomerata</i>	Dewasa	26 – 34 ppt	Dove dan O' Connor, 2007

2.3.3 Kualiti dan kuantiti makanan

Kualiti dan kuantiti makanan merupakan salah satu faktor penting dalam penternakan tiram (Powell *et al.*, 2002; Gosling, 2003). Kualiti makanan di dalam kajian ini ditafsirkan sebagai jenis fitoplankton yang dibekalkan kepada tiram

sementara itu kuantiti makanan adalah kepadatan fitoplankton yang dibekalkan kepada tiram.

Tiram adalah organisma marin yang menapis air untuk memperoleh makanan. Fitoplankton dan organisma mikrofitobentik yang terdapat di dalam air akan ditapis menggunakan insang yang ada pada haiwan bivalvia sebagai sumber makanan (Quayle, 1980; Sobral & Widdows, 2000; Matthiessen, 2001).

Sará dan Mazzola (1997) menunjukkan perkaitan antara kualiti dan kuantiti makanan untuk tumbesaran dan kemandirian tiram. Melalui kajian yang dilakukan mereka mencadangkan kadar tumbesaran tiram adalah pada kadar paling optimum sekiranya ditenak di kawasan yang mempunyai kandungan fitoplankton semulajadi yang tinggi. Kandungan makanan dipengaruhi oleh pergerakan ombak yang mengakibatkan kehilangan makanan dalam lapisan bentik dan membawa kepada perubahan dalam kepadatan sumber makanan.

Kajian menggunakan tiram juvenil *C. corteziensis* menunjukkan peningkatan pada berat tiram apabila ditenak menggunakan diet *Chaetoceros calcitrans* (Rivero-Rodriguez *et al.*, 2007). Keputusan yang sama turut ditunjukkan melalui kajian dilakukan oleh Laing dan Milican (1986) menggunakan tiram *O. edulis*.

Perkataan plankton adalah merujuk kepada kumpulan organisma yang terapung di permukaan tasik, kolam, sungai dan laut (Harris, 2012). Mengikut Nybakken (1982) plankton didefinisikan sebagai organisma akuatik yang hidup di dalam air dan mempunyai daya renang yang lemah. Plankton boleh dikelaskan kepada dua kumpulan iaitu fitoplankton (diatom, dinoflagellata dan alga) dan zooplankton (kopepoda, foraminifera dan lain-lain lagi).

Terma fitoplankton digunakan untuk sekumpulan tumbuhan plankton yang hidup di permukaan air. Majoriti fitoplankton terdiri daripada alga dan sebahagian fitoplankton boleh dikategorikan sebagai bakteria (Harris., 2012).

Pengkulturan fitoplankton sebagai sumber makanan kepada bivalvia merupakan satu kaedah dalam mengatasi masalah kekurangan sumber makanan di kawasan penternakan haiwan akuakultur (Hashimoto *et al.*, 2008). Fitoplankton kebiasaannya diternak secara berperingkat oleh para pengusaha ladang ternakan. Peringkat pertama melibatkan pengkulturan fitoplankton di dalam makmal. Peringkat ini dikenali sebagai pengkulturan stok. Pengkulturan stok penting dalam memastikan bekalan fitoplankton yang tidak tercemar untuk pengkulturan secara besar-besaran.

Pengkulturan stok melibatkan proses pengkulturan fitoplankton menggunakan flask 1 liter dan disumbat dengan tisu. Cahaya untuk pengkulturan akan dibekalkan dari sebuah lampu fluorezen yang akan dipasang selama 24 jam sehari. Media yang bertindak sebagai baja dalam pengkulturan akan dimasukkan dengan nisbah 1ml media: 1 liter fitoplankton. Bekalan air yang digunakan diperolehi dari air laut yang telah ditapis terlebih dahulu menggunakan pasir atau penapis mikron (10 μ m). Media yang digunakan bergantung kepada jenis fitoplankton yang hendak dikultur.

Kajian yang dijalankan penambahan fitoplankton terutama fitoplankton dwi-atom mampu meningkatkan tumbesaran tiram. Kajian yang dijalankan oleh Laing dan Milican (1986) membuktikan bahawa tumbesaran tiram *Ostrea edulis* meningkat apabila dibekalkan dengan diet *Chaetoceros calcitrans*.

2.4 Musuh semulajadi tiram

Tiram adalah organisma yang hidup di kawasan air masin dan terlekat pada substrat keras. Oleh sebab yang demikian tiram merupakan salah satu sumber makanan yang mudah untuk haiwan pemangsa seperti ketam dan tapak sulaiman. Kadar kematian tiram akibat dari aktiviti pemangsaan bergantung kepada kaedah dan teknik ternakan yang digunakan.

Ketam dan tapak sulaiman adalah pemangsa semulajadi bagi tiram juvenil. Tiram juvenil yang masih belum membesar sepenuhnya mempunyai cengkerang yang masih belum sempurna atau masih belum keras. Oleh yang demikian tiram juvenil merupakan mangsa mudah kepada ketam dan tapak sulaiman. Ketam akan memecahkan cengkerang tiram bagi memperolehi isi tiram. Cara paling efektif bagi menghalang serangan ketam terhadap tiram juvenil adalah dengan menternak tiram di dalam sangkar atau bekas netlon yang menghalang ketam dari mendekati tiram. Kajian dijalankan oleh Rindone dan Eggleston (2011) membuktikan bahawa ketam batu menjadikan tiram sebagai sumber makanan terutamanya tiram yang bersaiz sederhana. Hal ini adalah kerana ketam batu tidak mampu untuk mengendalikan tiram yang bersaiz kecil kerana pengepitnya tidak mampu mengepit tiram kecil manakala tiram yang dewasa mempunyai cengkerang yang sudah keras.

Cacing lecur adalah satu lagi organisma yang dianggap sebagai musuh semulajadi bagi tiram. Cacing lecur menyerang bahagian cengkerang tiram dan akan meninggalkan kesan hitam terbakar pada cengkerang tiram. Serangan cacing lecur boleh membantutkan proses tumbesaran tiram juvenil. Serangan organisma ini boleh

diatasi dengan mendedahkan tiram pada udara atau merendam tiram di dalam air yang mempunyai saliniti yang tinggi.

Kehadiran organisma yang menumpang seperti *Perna viridis* atau lebih popular di Malaysia sebagai “siput sudu” juga merupakan penyumbang kepada kematian tiram. Perlekatan siput sudu pada tiram bukan sahaja sebagai organisma yang menumpang pada tiram malahan siput sudu turut sama bersaing dengan tiram dalam merebut sumber makanan dan juga ruang untuk membesar.

Bunga karang merupakan satu lagi hidupan yang hidup menumpang pada tiram. Bunga karang kebiasaannya akan tumbuh pada cengkerang tiram dan menghalang tiram dari memperolehi udara dan makanan. Bunga karang boleh diatasi dengan cara membersihkan tiram menggunakan berus halus. Selain organisma yang disebutkan terdapat juga pemangsa lain yang boleh menyebabkan kematian kepada tiram seperti teritip, siput kampsis dan siput rantai.

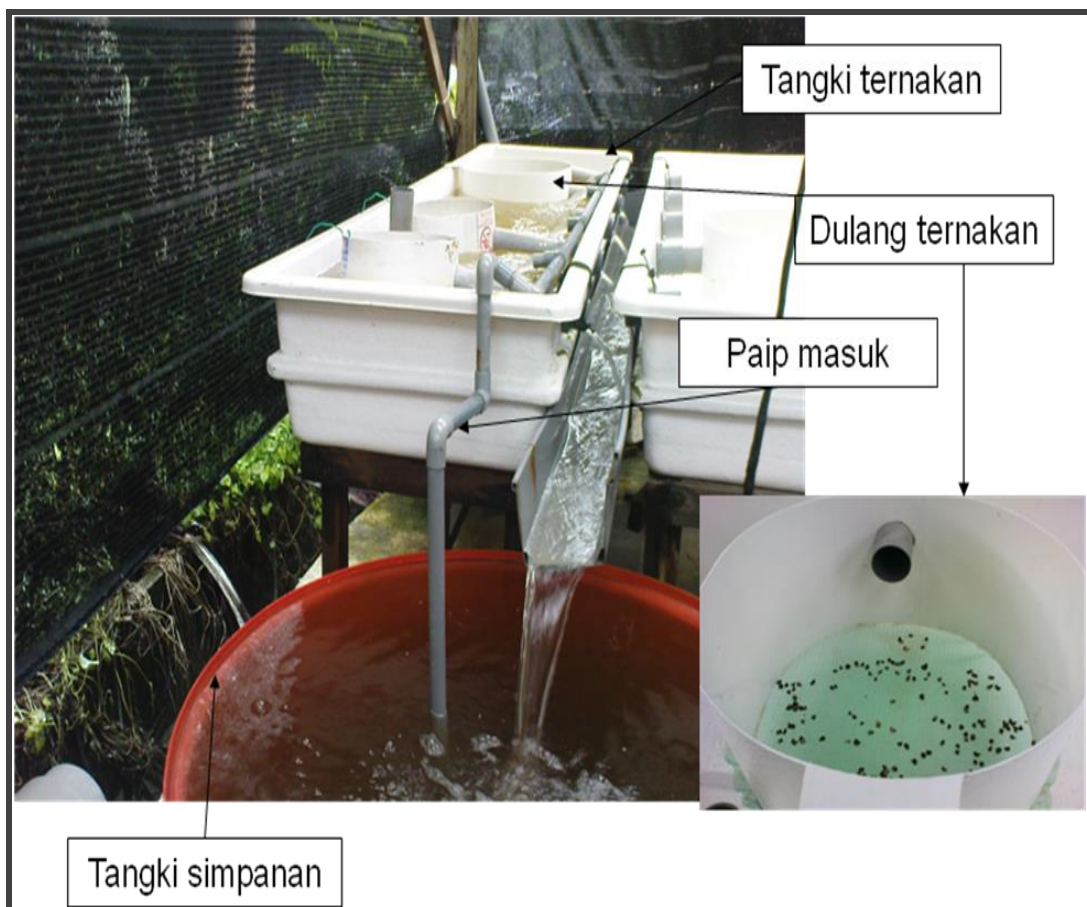
Kajian yang dijalankan oleh Taylor *et al.*, (1997) menunjukkan bahawa pembersihan tiram secara berkala pada minggu kedua dan keempat akan mampu meningkatkan kadar pembesaran tiram dan mengurangkan kekurangan dari segi bentuk tiram.

2.5 Kaedah penternakan tiram

Peringkat juvenil tiram merupakan salah satu peringkat penting dalam penternakan tiram secara komersial. Kadar kematian tiram adalah kedua tertinggi selepas peringkat larva. Oleh itu pelbagai teknik penternakan telah direka bagi meningkatkan kadar kemandirian tiram pada peringkat juvenil. Salah satu teknik

penternakan tiram pada peringkat juvenil adalah teknik pengalir atasan. Teknik pengalir atasan adalah teknik yang menggunakan aliran air dari bawah dan kemudian melimpah keluar dari atas melalui saluran air yang disediakan. Kelebihan teknik ternakan ini adalah semua nutrisi dan zat makanan terampai yang terkandung di dalam air akan dipaksa melalui tiram. Plat 2.2 menunjukkan rajah sistem ternakan pengalir atasan yang digunakan dalam kajian ini.

Teknik ini terbahagi kepada tiga bahagian utama yang penting. Dulang ternakan adalah bekas yang digunakan untuk memelihara tiram juvenil. Tiram akan diletakkan secara mendatar dengan kepadatan tidak melebihi 300 tiram juvenil di dalam dulang ternakan sebelum direndam di dalam tangki ternakan. Dulang ternakan adalah bekas silinder yang pada salah satu penghujungnya ditutup dengan jaring.



Plat 2.2 Sistem ternakan pengalir atasan untuk tiram juvenil.

Tujuan jaring adalah untuk mengelakkan tiram juvenil terkeluar daripada dulang ternakan. Dulang ternakan yang mengandungi tiram juvenil akan diletakkan di dalam tangki ternakan. Tangki ternakan adalah tangki yang digunakan untuk sebagai bekas air untuk menternak tiram. Air di dalam tangki ternakan akan dibekalkan dari tangki simpanan dengan bantuan pam elektrik.

Melalui kaedah ini, air yang mengandungi makanan atau nutrien untuk tiram akan dipam masuk ke dalam tangki ternakan. Apabila air di dalam tangki ternakan penuh, air akan masuk ke dalam dulang ternakan sebelum mengalir keluar kembali ke tangki simpanan. Air yang mengandungi nutrien untuk tiram akan masuk melalui bahagian bawah dulang ternakan yang berjaring. Sumber air kebiasaannya diperolehi dari kolam atau sungai sebelum dirawat agar air bebas dari organisma yang mampu mendatangkan mudarat kepada tiram mahupun manusia yang memakannya. Selain itu, rawatan air juga membolehkan pengawalan terhadap kualiti air dilakukan dari segi suhu, saliniti dan juga kuantiti dan kualiti makanan yang terkandung (Berrigan *et al*, 1991).

2.6 Ternakan tiram juvenil di kolam akuakultur

Kolam adalah binaan yang menjadi tempat tadahan air dibina oleh manusia sama ada bertujuan untuk penternakan ataupun pertanian. Kolam kebiasaan dibina menggunakan tanah (Tucker & Hargreaves, 2008). Ternakan tiram di kolam akuakultur telah mula diperkenalkan dalam usaha meningkatkan pengeluaran tiram di dalam negara. Beberapa kajian tentang kesesuaian tiram untuk hidup dan membesar di dalam kolam akuakultur telah membuktikan bahawa tiram mampu untuk hidup dan membesar di dalam kolam akuakultur.

Ternakan tiram di dalam kolam akuakultur ikan atau udang mampu untuk mengurangkan kos penyelenggaraan dan memudahkan para penternak tiram untuk memantau tumbesaran tiram serta kualiti air di kawasan ternakan. Kajian yang dilakukan oleh Hughes-Games (1977) menunjukkan bahawa *C. gigas* telah membesar sehingga 88 g dalam masa 12 bulan apabila diletakkan di dalam kolam ikan. Melalui kajian ini tiram diternak di dua kawasan berbeza iaitu laut dan kolam ikan. Beliau mendapati bahawa tiram yang diternak di kawasan kolam membesar dengan baik berbanding tiram yang diternak di kawasan laut. Keputusan yang sama juga turut diperoleh melalui kajian yang dijalankan oleh Jakob *et al.*, (1993) menunjukkan tiram *C. virginica* yang diternak menggunakan air yang diperoleh dari kolam udang mampu membesar dengan baik.

BAB TIGA

BAHAN DAN KAEDAH

3.1 Tiram juvenil

Tiram juvenil yang dipilih untuk kajian ini adalah dari baka spesies *C. iredalei*. Tiram juvenil yang digunakan adalah hasil dari persenyawaan benih tiram di tapak penetasan tiram komersial. Pada peringkat awal kajian sebanyak 2400 tiram juvenil dalam julat saiz yang sama (panjang cengkerang = 6.28 ± 1.49 mm, tebal cengkerang = 2.79 ± 0.87 mm dan berat basah tiram = 0.045 ± 0.006 g) telah dipilih.

Daripada 2400 tiram juvenil yang dipilih, 100 tiram juvenil diasingkan untuk pengukuran biometrik (panjang cengkerang tiram, tebal cengkerang tiram dan berat basah tiram di peringkat awal kajian). Selepas proses pengukuran selesai, tiram juvenil dibahagi kepada dua kumpulan dan ditenak menggunakan dua sistem penternakan yang berlainan di Balik Pulau, Pulau Pinang.

3.2 Sistem ternakan tiram juvenil

3.2.1 Sistem pengalir atasan (“upwelling”)

Sistem pengalir atasan (“upwelling”) adalah sistem yang digunakan di tapak penetasan tiram komersial di Balik Pulau, Pulau Pinang sebagai satu peringkat persediaan bagi tiram juvenil sebelum dipindahkan di dalam kolam ternakan. Sistem pengalir atasan digunakan bagi memaksimumkan pendedahan antara tiram kepada fitoplankton yang terkandung di dalam air. Sistem pengalir atasan terbina daripada gabungan satu tangki tadahan, tangki utama, paip aliran

air dan juga dulang yang dibuat daripada tong yang dipotong dan bahagian bawah ditutup dengan jaring berukuran



Plat 3.1 Sistem pengalir atasan yang digunakan di ladang ternakan tiram.

1mm. Tiram juvenil akan ditempatkan di dalam dulang ternakan. Rajah 3.1 menunjukkan sebuah sistem pengalir atasan yang lengkap. Pergerakan air di dalam sistem pengalir atasan “upweller” adalah dibantu oleh pam elektrik yang bertindak sebagai sebagai nadi utama. Pam elektrik akan menyedut air dari tangki simpanan dan mengepam air ke dalam tangki ternakan. Di dalam tangki ternakan air yang masuk hanya boleh keluar melalui dulang ternakan dan seterusnya ke paip air yang akan membawa air ke dalam tangki simpanan semula.