



**KESAN PERBEZAAN KEPEKATAN FOSFORUS DALAM MEDIA CONWAY
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KOMPOSISI BIOKIMIA BAGI
Nannochloropsis spp.**

HADIAH

ILYANA SARI BT. RIDZWAN

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA
SYARAT MEMPEROLEHI IAJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN
KEPUJIAN**

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**PROGRAM AKUAKULTUR
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

MAC 2005

PERPUSTAKAAN UMS



1400006377



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KESAN PERBEZAAN KEPEKATAN FOSFORUS DALAM MEDIA CONWAY

TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KOMposisi Bakteria BAGI
Nannochloropsis spp.

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUNJIAN

SESI PENGAJIAN: 6

Saya ILYANA SARI RIDZWAN

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

Ilyana
(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: NO.57, TMN JASAS,
JLN. SULTANAH ISKANDAR SHAH,
33000 KUALA KANGSAR, PERAK

EN. KENNEDY AARON AGOYL
Nama Penyelia

Tarikh: 28/3/05

Tarikh: 28/03/05

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

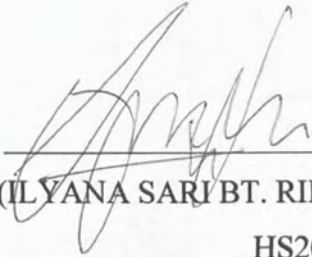
@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

Mac 2005

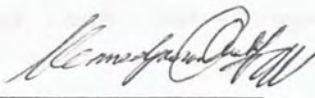


(ILYANA SARI BT. RIDZWAN)
HS2002-4159



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

(Encik Kennedy Aaron Aguol)



2. KO-PENYELIA BERSAMA

(Cik Annita Yong)



3. PEMERIKSA

(Encik Abentin B. Estim)



3. DEKAN

(Prof. Madya Dr. Amran Ahmed)



PENGHARGAAN

Di sini saya ingin mengambil kesempatan untuk merakamkan setinggi-tinggi ucapan penghargaan dan terima kasih kepada Encik Kennedy Aaron Aguol selaku penyelia projek yang banyak membantu serta memberi tunjuk ajar, nasihat dan sokongan yang padu sepanjang tempoh projek ini dijalankan.

Jutaan terima kasih ini juga saya rakamkan untuk semua pensyarah Sekolah Sains dan Teknologi khususnya para pensyarah di Institut Penyelidikan Marin Borneo, terutamanya Cik Annita Yong yang turut membantu menyempurnakan lagi projek ini. Tidak lupa juga kepada kakitangan makmal di Sekolah Sains dan Teknologi dan juga Institut Penyelidikan Marin Borneo yang banyak membantu dari segi teknikal.

Setulus penghargaan yang tidak terhingga ditujukan buat kedua ibubapa saya, En. Ridzwan Jamaludin dan Pn. Saziah Rafie atas segala dorongan dan pengorbanan yang dicurahkan kepada saya. Tidak dilupakan buat teman-teman seperjuangan terutamanya Cik Hasyati, Cik Maziana, Cik Syazwani dan En. Abdul Hakim yang sama-sama bersusah payah menyiapkan projek ini.

Akhir sekali kepada semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung semasa projek ini dijalankan jutaan terima kasih diucapkan. Semoga budi dan jasa baik kalian akan mendapat keberkatan dari-Nya.



ABSTRAK

Kajian ini telah dijalankan di Institut Penyelidikan Marin Borneo, UMS. Kajian ini dijalankan untuk mengkaji kesan pengkulturan *Nannochloropsis* spp. dalam media Conway dengan menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza. Kajian ini dijalankan dengan menggunakan rekabentuk lima kepekatan fosforus ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) yang berbeza dalam media Conway untuk tujuan pengkulturan. Lima kepekatan fosforus ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) yang digunakan adalah 10mgL^{-1} , 20mgL^{-1} , 30mgL^{-1} , 40mgL^{-1} dan 50mgL^{-1} . Kepekatan fosforus pada 20mgL^{-1} digunakan sebagai kawalan. Kaedah pengkulturan yang digunakan adalah kaedah pengkulturan stok tulen sehingga kepada pengkulturan massa yang dilakukan di luar makmal. Selepas proses penuaian tamat, analisis kandungan protein, lipid menyeluruh, organik, abu dan klorofil_a dijalankan. Keputusan kajian menunjukkan bahawa sampel *Nannochloropsis* spp. yang dikultur dalam media yang mempunyai kepekatan fosforus sebanyak 40mgL^{-1} adalah yang paling efektif. Sampel tersebut mengandungi $0.17 \pm 0.035\text{mgL}^{-1}$ klorofil_a, $57.54 \pm 1.24\%$ protein menyeluruh, $13.86 \pm 1.57\%$ lipid menyeluruh, $5.20 \pm 1.40\%$ organik dan $23.40 \pm 1.07\%$ abu. Manakala pada kepekatan fosforus yang rendah iaitu 10mgL^{-1} , sampel hanya mengandungi $0.06 \pm 0.0013\text{mgL}^{-1}$ klorofil_a, $36.27 \pm 2.33\%$ protein menyeluruh, $7.55 \pm 0.98\%$ lipid menyeluruh, $38.58 \pm 0.52\%$ organik dan 17.62 ± 1.86 abu. Didapati kandungan komposisi protein, lipid, abu dan klorofil_a dalam *Nannochloropsis* spp. meningkat dengan meningkatnya kepekatan fosforus yang digunakan. Namun begitu apabila kepekatan kandungan fosforus ditambah kepada 50mgL^{-1} nilai komposisi protein, lipid, abu dan klorofil_a dalam *Nannochloropsis* spp. didapati merosot dan berkurang.



ABSTRACT

This experiment was done in Borneo Marine Research Institute, UMS. The objective of this experiment was to determine the effect of phosphorus concentration on growth and biochemical composition *Nannochloropsis* spp. culture in Conway media. Five different concentration of phosphorus ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) consisted of 10mgL^{-1} , 20mgL^{-1} , 30mgL^{-1} , 40mgL^{-1} and 50mgL^{-1} in Conway media were used. Phosphorus concentration at 20mgL^{-1} was used as control. Experiment started with pure culture that was conducted in the laboratory and mass culture was done outdoor. After the harvesting process, biochemical composition and chlorophyll_a analysis were conducted in the laboratory. Results indicated that *Nannochloropsis* spp. sample that have been cultured in media with 40mgL^{-1} of phosphorus concentration was the most effective media which gave high biochemical composition values. The sample contain $0.17 \pm 0.035\text{mgL}^{-1}$ of chlorophyll_a, $57.54 \pm 1.24\%$ of total protein, $13.86 \pm 1.57\%$ of total lipid, $5.20 \pm 1.40\%$ of organic and $23.40 \pm 1.07\%$ of ash. Meanwhile at lower phosphorus concentration that is at 10mgL^{-1} , the sample only contain $0.06 \pm 0.0013\text{mgL}^{-1}$ of chlorophyll_a, $36.27 \pm 2.33\%$ of total protein, $7.55 \pm 0.98\%$ total lipid, $38.58 \pm 0.52\%$ of organic and 17.62 ± 1.86 of ash. This showed that total protein, total lipid, ash and chlorophyll_a composition in *Nannochloropsis* spp. increased, with the concentration of phosphorus in culture media. When 50mgL^{-1} phosphorus concentration was used, the biochemical composition value decreased.



SENARAI KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI FOTO	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	4
2.1 Pengenalan <i>Nannochloropsis</i> spp.	4
2.1.1 Kepentingan <i>Nannochloropsis</i> spp.	5
2.1.2 Fasa pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> spp.	6
2.2 Kandungan nutrien <i>Nannochloropsis</i> spp.	8
2.3 Faktor pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> spp.	9
2.3.1 Faktor cahaya	10
2.3.2 Faktor suhu	10
2.3.3 Faktor pegudaraan	11
2.4 Media kultur	11
2.4.1 Larutan makronutrien	12
2.4.2 Larutan mikronutrien	12
2.4.3 Larutan vitamin	12
2.5 Fosforus	13
2.5.1 Fosforus di dalam tanah	13



2.5.2	Fosforus di dalam air	13
2.6	Sumber-sumber fosforus	14
2.6.1	Sumber semulajadi	14
2.6.2	Sumber aktiviti manusia	15
2.7	Kesan fosforus terhadap alam sekitar	16
2.8	Kepentingan fosforus terhadap fitoplankton	17
2.9	Pengkulturan <i>Nannochloropsis</i> spp.	18
2.9.1	Pengkulturan stok tulen	19
2.9.2	Pengkulturan besar-besaran	19
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	21
3.1	Sampel dan spesis kajian	21
3.2	Parameter kajian	21
3.2.1	pH	21
3.2.2	Suhu	22
3.2.3	Saliniti	22
3.2.4	Keterlarutan oksigen (D.O.)	22
3.3	Penyediaan larutan media kultur	22
3.3.1	Penyediaan larutan stok	23
3.3.2	Penyediaan larutan rawatan	24
3.4	Kaedah pengkulturan	25
3.5	Penentuan bilangan sel	26
3.5.1	'Haemocytometer'	27
3.5.2	Analisis klorofil _a	29
3.6	Proses penuaian	31
3.7	Analisi komposisi biokimoa	32
3.7.1	Analisi kandungan protein	32
3.7.2	Analisis kandungan lipid	34
3.7.3	Analisis kandungan abu	35
3.7.4	Analisis kandungan organik	37
3.8	Analisis data	37



BAB 4	KEPUTUSAN	38
4.1	Kesan perbezaan kepekatan fosforus terhadap kadar pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> spp.	38
4.2	Kesan perbezaan kepekatan fosforus terhadap kandungan kepekatan klorofil _a .	39
4.3	Kesan perbezaan kepekatan fosforus terhadap kandungan komposisi biokimia	40
4.3.1	Kesan perbezaan kepekatan fosforus terhadap kandungan protein	40
4.3.2	Kesan perbezaan kepekatan fosforus terhadap kandungan lipid menyeluruh	41
4.3.3	Kesan perbezaan kepekatan fosforus terhadap kandungan organik	42
4.3.4	Kesan perbezaan kepekatan fosforus terhadap kandungan abu	43
4.3.5	Analisis proksimat	44
4.4	Analisis data statistik	45
4.4.1	Analisis data statistik kesan perbezaan kepekatan fosforus terhadap kandungan klorofil _a	45
4.4.2	Analisis data statistik kesan perbezaan kepekatan fosforus terhadap kandungan biokimia	46
	a. Kandungan protein	46
	b. Kandungan lipid menyeluruh	47
	c. Kandungan organik	48
	d. Kandungan abu	49
BAB 5	PERBINCANGAN	51
BAB 6	KESIMPULAN	56
	RUJUKAN	58
	LAMPIRAN	65



SENARAI JADUAL

No.Jadual		Muka Surat
2.1	Komposisi biokimia <i>Nannochloropsis</i> spp. berdasarkan berat kering.	9
3.1	Perbezaan kepekatan fosforus yang digunakan di dalam media kultur.	24
4.1	Komposisi biokimia <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	45
4.2	Purata kandungan kepekatan klorofil _a sel <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	46
4.3	Purata peratusan kandungan protein sel <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	47
4.4	Kandungn lipid sel <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	48
4.5	Kandungan organik sel <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	49
4.6	Kandungan abu sel <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	50



SENARAI FOTO

No.Foto		Muka Surat
2.1	<i>Nannochloropsis</i> spp.	4
3.1	Pam vakum untuk penuaian hasil pengkulturan <i>Nannochloropsis</i> spp.	31
3.2	Spektrofotometer untuk tujuan analisis klorofil _a dan protein	34
3.3	Alat 'soxhlet' untuk analisis lipid	35
3.4	Oven untuk pengeringan sampel	36



SENARAI RAJAH

No.Rajah		Muka Surat
2.1	Lengkung fasa pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> spp..	7
3.1	Prosedur penyediaan media Conway	24
3.2	Proses pengkulturan <i>Nannochloropsis</i> spp.	26
3.3	Ruang grid yang terdapat pada 'haemocytometer'	29
3.4	Kaedah analisis klorofil _a bagi sampel <i>Nannochloropsis</i> spp.	31
3.5	Kaedah analisis kandungan protein bagi sel <i>Nannochloropsis</i> spp.	33
3.6	Kaedah analisis kandungan lipid menyeluruh bagi sel <i>Nannochloropsis</i> spp.	35
3.7	Kaedah analisis kandungan abu bagi sel <i>Nannochloropsis</i> spp.	36
4.1	Graf kadar pertumbuhan sel <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	39
4.2	Kandungan klorofil _a sel <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	40
4.3	Kandungan protein sel <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	41
4.4	Kandungan lipid sel <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	42
4.5	Kandungan organik sel <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	43
4.6	Kandungan abu sel <i>Nannochloropsis</i> spp. dalam media Conway menggunakan kepekatan fosforus yang berbeza.	44



SENARAI SIMBOL

-	hingga
%	peratus
g	gram
mg	miligram
mg/m ³	mili gram per meter padu
mgL ⁻¹	mili gram per liter
ml	mili liter
mol m ⁻¹ s ⁻¹	mol per meter per saat
°C	darjah Celsius
TCA	<i>Trichloroacetic Acid</i>
µm	mikrometer
psi	paun per inci persegi (pound per inch persquare)
r.p.m	revolusi per minit (revolutions per minute)



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Penggunaan fitoplankton sebagai makanan bagi larva ikan dan juga udang sudahpun digunakan secara meluas di hatceri. Perkataan fitoplankton adalah berasal dari bahasa Greek, iaitu *phyton* bermaksud tumbuhan dan *planktos* pula bermaksud terampai. Gabungan perkataan tersebut memberi maksud tumbuhan yang terampai.

Fitoplankton tergolong dalam kingdom protista turut dikenali sebagai alga, dan bukannya tumbuhan. Alga dipisahkan kepada kumpulan berdasarkan pigmen fotosintesis, bahan binaan dinding sel, struktur kloroplas, ciri-ciri sel, flagella (jika ada) dan juga jenis divisi sel.

Fitoplankton sebagai makanan semulajadi memang sangat sesuai untuk peringkat awal larva udang kerana ia tidak mempengaruhi mutu air. Di samping itu ia membekal sumber protein, karbohidrat, lemak dan vitamin yang sangat diperlukan untuk menampung pertumbuhan larva yang baik (Aizam, 1996). Peringkat awal larva udang melibatkan protozoa 1, protozoa 2, dan protozoa 3 bergantung sepenuhnya terhadap



fitoplankton sebagai sumber makanan (Aizam, 1996). Antara faktor yang menjadikan fitoplankton sesuai sebagai sumber makanan adalah kerana saiz ukurannya yang kecil dan sesuai dengan bukaan mulut larva.

Fitoplankton turut mengandungi kadar nutrien yang tinggi sesuai untuk pertumbuhan larva dan struktur dinding selnya yang nipis membuatnya mudah untuk dihadap. Fitoplankton juga cepat membiak dan tidak mengeluarkan bahan-bahan toksik yang boleh mencemarkan kolam ternakan. Selain itu pergerakannya yang tidak begitu aktif memudahkan ia ditangkap oleh larva (Aizam, 1996).

Pengekalan kadar pertumbuhan populasi alga yang mapan, adalah merupakan satu cara untuk mengekalkan kualiti air yang baik. Kadar pertumbuhan alga yang baik akan memwa kepada penghasilan oksigen yang lebih dan boleh digunakan untuk menyerap beberapa bahan kimia yang tidak dikehendaki dalam air contohnya ammonia. Ia juga digunakan untuk menghasilkan makanan kepada ternakan udang (DeLoach *et al.*, 1991).

Namun, tidak semua fitoplankton boleh digunakan sebagai makanan kepada larva. *Nannochloropsis* spp. adalah antara mikroalga yang telah digunakan secara meluas sebagai sumber makanan larva di hatceri. Faktor pengeluaran *Nannochloropsis* spp. adalah kerana kandungan nutriennya dan juga, kebolehnya menghasilkan sebatian kimia serta pigmen-pigmen zeaxanthin dan astaxanthin juga asid lemak perlu (EFA) (Rocha *et al.*, 2003).



Penggunaan makronutrien dan mikronutrien dalam penghasilan *Nannochloropsis* spp. adalah penting untuk mempertingkatkan kadar pertumbuhan spesies, berdasarkan nisbah kepekatan nutrien yang berbeza-beza. Pemilihan fosforus sebagai faktor perubahan dalam eksperimen ini adalah bertujuan untuk memantau kesan terhadap kadar pertumbuhan *Nannochloropsis* spp.

Eksperimen ini beriltizam menentukan kesan kepekatan fosforus yang berbeza di dalam media Conway (Walne,1974) terhadap kadar pertumbuhan *Nannochloropsis* spp. Parameter-parameter lain seperti suhu, keterlarutan oksigen (DO), pH, dan keamatan cahaya juga akan dicerap sepanjang eksperimen tersebut.

Objektif kajian adalah untuk:

- i. Mengkaji kesan kepekatan fosforus yang berbeza terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* spp..
- ii. Mengkaji kesan kepekatan fosforus yang berbeza terhadap komposisi biokimia *Nannochloropsis* spp. (lipid, protein, kandungan organik dan kandungan abu).
- iii. Mengenal pasti kepekatan fosforus yang optimum bagi *Nannochloropsis* spp. yang dikultur dalam media.

Maklumat kajian ini bolehlah dimanfaatkan untuk pembangunan industri akuakultur di masa hadapan khususnya industri makanan hidup.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Pengenalan *Nannochloropsis* spp.

Nannochloropsis spp. adalah antara fitoplankton yang digunakan secara meluas untuk tujuan pemakanan bagi larva ikan dan juga udang di hatceri. Ia merupakan mikroalga marin yang juga merupakan fitoplankton yang berwarna hijau. Ia tergolong dalam divisi *Chromophyta* dan kelas *Eustigmatophyceae* (Volkman *et al.*, 1993).



Foto 2.1 *Nannochloropsis* spp. (www.reed-mariculture.com)

Nannochloropsis spp. juga tergolong dalam genus nanofitoplankton marin; mempunyai saiz yang kecil iaitu lebih kurang 0.2 μm . Genus ini berkemampuan wujud dalam fasa yang tidak aktif, yang mana keadaan ini membenarkan fitoplankton ini bertoleransi dalam keadaan gelap hampir selama 24 minggu (Fogg *et al.*, 1987).

Nannochloropsis spp. telah diguna dalam pengkulturan larva udang karang (*Phyllosoma*), ini adalah kerana mikroalga ini tumbuh pada kepadatan yang tinggi untuk satu jangkamasa yang panjang dan turut menyumbang kepada pemuliharaan kualiti air (Kittaka, 1994). Oleh kerana fasa larva bagi udang karang menjangkau lebih kurang setahun, maka mikroalga yang sesuai juga diperlukan untuk membiak sepanjang tahun.

Mikroalga ini biasanya digunakan dalam industri akuakultur sebagai pemakanan ikan, sama ada secara terus ataupun menerusi pemakanan oleh rotifer. Pemilihan spesies mikroalga ini adalah kerana ia bersifat stabil semasa proses pengkulturan dan proses penuaian dijalankan.

2.1.1 Kepentingan *Nannochloropsis* spp.

Selain menjadi sumber makanan hidup kepada larva ikan dan juga udang, *Nannochloropsis* spp. turut digunakan dalam pengkulturan rotifer. Mikroalga ini telah dipilih sebagai spesies untuk pengkulturan rotifer adalah kerana kadar pertumbuhannya yang cepat, kestabilan pengkulturan dan juga julat nilai nutriennya yang tinggi.



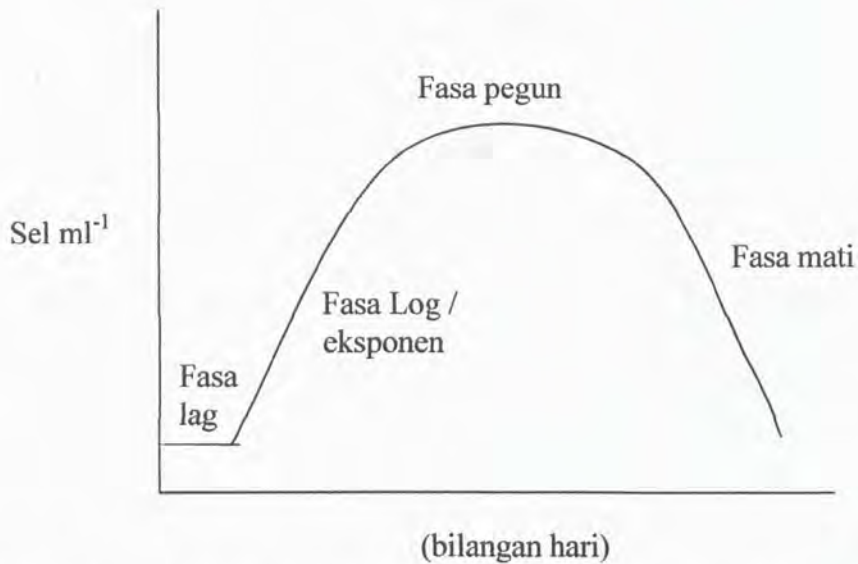
Kepadatan mikroalga ini untuk pengkulturan rotifer adalah di antara $10\sim 20 \times 10^6$ sel per ml (Hemerick, 1973).

Pengkulturan *Nannochloropsis* spp. turut memberi kesan terhadap kualiti air kolam ternakan. Mikroalga *Nannochloropsis* spp. telah diguna di Jepun dalam penternakan ikan dan udang kerana ia dapat mengawal kualiti air (Fujita, 1979; Oda *et al.*, 1982). Pertumbuhan populasi yang sihat akan menghasilkan lebih banyak oksigen berbanding dari yang diguna, menyerap metabolit yang tidak dikehendaki seperti ammonia dan menghasilkan makanan untuk ternakan yang dikultur.

2.1.2 Fasa pertumbuhan *Nannochloropsis* spp.

Setelah mencapai satu jangka waktu yang sesuai, *Nannochloropsis* spp. yang dikultur akan dituai. Jangka waktu ini ditentukan dengan memerhati fasa pertumbuhan *Nannochloropsis* spp. di bawah mikroskop. Secara amnya *Nannochloropsis* spp. mempunyai empat fasa pertumbuhan yang penting. Keempat-empat fasa pertumbuhan ini akan membentuk keluk sigmoid apabila kitaran pertumbuhannya direkodkan dan dilakarkan pada graf.





Rajah 2.1 Lengkung fasa pertumbuhan *Nannochloropsis spp.* (Fogg, 1965 dan Aizam, 1996).

- Fasa log – Fasa terawal bagi pertumbuhan *Nannochloropsis spp.*. Pada peringkat ini *Nannochloropsis spp.* baru mula menyesuaikan diri dengan keadaan media kultur dan diketahui pertumbuhannya adalah sifar.
- Fasa log / Exponen – Pada peringkat ini fitoplankton mula membiak dengan cepat. Kadar pertumbuhan ini dapat dilihat dengan merujuk pada lakaran graf. Kadar kecerunan graf yang tinggi menunjukkan kepada kadar pertumbuhan yang tinggi. Sel-sel *Nannochloropsis spp.* pada peringkat ini mempunyai kadar metabolisma yang aktif.
- Fasa pegun – Populasi *Nannochloropsis spp.* pada peringkat ini adalah stabil / malar. Sel-sel *Nannochloropsis spp.* beransur menjadi tua.
- Fasa tua dan mati – Kadar pertumbuhan mula merosot. Sel-sel yang tua seterusnya akan mati (Aizam, 1996).

2.2 Kandungan nutrien *Nannochloropsis* spp.

Secara amnya diketahui bahawa *Nannochloropsis* spp. mengandungi nilai lipid yang tinggi dan menjadi sumber makanan untuk aplikasi komersial dalam akuakultur (Sukenik *et al.*, 1993). Kelebihan utama yang ada pada *Nannochloropsis* spp. berbanding dengan alga unisel yang lain adalah kerana keunikan unsur asid lemaknya (Lubzens *et al.*, 1995).

Dahulu mikroalga ini turut dikenali sebagai *Chlorella* marin, yang mengandungi beberapa unsur asid lemak perlu yang penting sebagai pemakanan kepada larva ternakan (Lubzens *et al.*, 1995). Melalui kajian yang telah dijalankan, komposisi nutrien bagi *Nannochloropsis* spp. pada beberapa peringkat tumbesaran yang disebabkan oleh faktor tumbesaran yang berbeza telah dikenalpasti.



Jadual 2.1 Komposisi biokimia *Nannochloropsis* spp. berdasarkan berat kering.

Kandungan	Nilai komposisi biokimia
Berat kering	20.5%
Kalori	4.84%
Vitamin C (Asid Askorbik)	0.85%
Klorofil _a	0.89%
Protein	52.11%
Karbohidrat	12.32%
Lipid	27.64%
EPA(20:5n3)-% dari nilai lipid	25%
ARA(18:2n-6)-% dari nilai lipid	5.26%

Sumber: (www.reed-mariculture.com,2002)

2.3 Faktor pertumbuhan *Nannochloropsis* spp.

Untuk meningkatkan kadar pertumbuhan *Nannochloropsis* spp. setiap parameter seperti pH, suhu, keamatan cahaya dan faktor pengudaraan adalah sangat penting untuk pengkulturan *Nannochloropsis* spp.. Nisbah yang berlainan bagi setiap parameter memberi kesan yang berlainan terhadap spesis yang dikultur. Pada kadar yang tertentu, nilai parameter ini akan menggalakkan pertumbuhan yang optima kepada fitoplankton.

2.3.1 Faktor cahaya

Cahaya menjadi sumber tenaga kepada semua jenis tumbuhan termasuklah fitoplankton. Dengan kehadiran cahaya, tumbuhan dapat menukarkan karbon inorganik kepada unsur organik. Cahaya diperlukan oleh fitoplankton untuk menjalankan proses fotosintesis. Bagi pengkulturan fitoplankton di dalam makmal ataupun secara tertutup, keamatan cahaya matahari digantikan dengan pencahayaan lampu pendafloor.

Paras pencahayaan dipastikan tidak terlalu kuat untuk fitoplankton. Ini kerana pada keamatan cahaya yang terlalu tinggi akan mengakibatkan pigmen sel fitoplankton meluntur. Manakala keamatan cahaya yang terlalu rendah akan mengakibatkan gangguan terhadap proses fotosintesis. Julat cahaya yang diperlukan oleh fitoplankton adalah di antara 30- 70 molm⁻¹s⁻¹ (Cattaneo *et al.*,2000).

2.3.2 Faktor suhu

Suhu turut menjadi faktor kepada pertumbuhan fitoplankton. Suhu yang terlalu tinggi atau suhu yang terlalu rendah akan mengganggu pertumbuhan fitoplankton. Suhu yang diperlukan bagi pengkulturan fitoplankton di dalam makmal atau bilik hendaklah dikekalkan antara julat 16-27 °C. Suhu yang optima bagi tujuan pengkulturan fitoplankton adalah antara 20-24 °C. Suhu yang kurang dari 16 °C akan melambatkan



RUJUKAN

- Aizam Zainal Abidin, 1996. *Ternakan Udang Laut-Panduan Ternakan Udang Harimau*.
Universiti Pertanian Malaysia, Serdang.
- Brown, M.R., 1991. *The amino acid and sugar composition of 16 species of microalgae used in Mariculture. J. Exp. Mar. Biol. Phycol.* **4** ,205-215.
- Cattaneo, C., Zolezzi, M. dan Rovatti, P., 2000. *Growth and Nutrient Uptake of Microalgae (Nannochloropsis sp.) in a tubular Photobioreactor*.
- Craig, J. R. M., Vaughan, D. J. dan Skinner, B. J., 1988. *Resources of the Earth: Englewood Cliffs*. New Jersey. Prentice Hall, 3944 pp.
- DeLoach, P. F, Dougherty, W. J. dan Davidson, M. A., 1991. *Frontiers of Shrimp Research. Journal of Developments In Aquaculture and Fisheries Science* **22**, 223.
- Dominy, W., G. dan Lim, C., 1992. *Proceeding of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop*. Singapore: American Soybean Association.
- Dunne, T. dan Leopold, L. B., 1978. *Water in environmental Planning*. W. H Freeman, San Fransisco. Calif.



- Elser, J. J. dan Frees, D. L., 1995. *Microconsumer grazing and sources of limiting nutrient-deletion/ dilution-gradient technique. Limnol. Oceanogr.* **40**, 1-16
- Fabregas, J., Patino, M., Arrendo-Vega., B. O., Tobar, J. L. dan Otero, A., 1995. *Renewal rate and nutrient concentration as tools to modify productivity and biochemical composition of cyclostat cultures of the marine microalga dunaliella tertiolecta. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **44**, 287-292.
- Fernandez-Reiriz, M. J., Perez-Camacho, M. J. F. A., Blanco, M. P. J., Campos, M. J. dan Labarta, U., 1989. *Biomass production and variation in the biochemical profile (total protein, carbohydrate, RNA, lipids and fatty acids) of seven species of marine microalgae. Aquaculture* **83**, 17-37.
- Fogg, G. E. dan Thake, B., 1987. *Algal cultures and phytoplankton ecology.* The University of Wisconsin Press, Madison, 192.
- Fogg, G. E., 1965. *Algal Cultures and Phytoplankton Ecology.* University of Wisconsin Press, Madison, 11.
- Fujita, S., 1979. *Culture of seabream, Pagrus major, and its food. In Cultivation of Fish Fry and its Live Food. Proc. Conf. Szymbark, Poland, 183-97.*



- Geider, R. J. dan Osborne, B. A., 1989. *New Phytologist*. **112**, 327-94.
- Guillard, R. R. L. dan Ryther, J. H., 1962. *Studies of marine planctonic diatoms. I. Cyclotella nana Hustedt and Detonula convervacea (Cleve) Gran*. Canada. *Journal of Microbiology* **8**, 229-239.
- Hansman, E., 1973. *Pigment analysis*. In: J. R. Stein(eds). *Handbook of Phychological Methods, Culture Methods and Growth Measurement*. Cambridge University Press, London, 359-68.
- Hemerick, G., 1973. *Mass culture*, in *Handbook of Phycological Methods. Culture Methods and Growth Measurement*. stein,J. R., Ed., Cambridge University Press, London, 225.
- Hirata, H., 1979. *Rotifer culture in Japan*. In *Cultivation of Fish Fry and its Live Food*. Proc. Conf. Szymbark, Poland, 361-77.
- Holtan, H., Nielsen, K. dan Stuanes, A. O., 1988. *Phosphorus in soil, water and sediment an overview*. *Hidrobiologia* **170**, 19-34.
- Huntsman, S. A. dan Sunda, W. G., 1980. *The role of trace metals in regulating phytoplankton growth*. In: *The Physiological of Phytoplankton* (Morris, I., ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.



- James, C.S., 1995. *Analytical Chemistry of Foods*. Blackie Academic & Professional. London.
- Jones, J.R. dan Bachmann, R.W. 1976. *Prediction of phosphorus and chlorophyll levels in lakes. J. Water Pollut. Control Fed.* **48**: 2176–2182.
- Jouvance, D., 2002. <http://www.Reed-Mariculture.com>
- Kilham, S., Kreeger, D. A., Goulden, C. E. dan Lynn, S. G., 1997. *Effects of nutrient limitation on biochemical constituents of Ankistrodesmus falcatus. Fresh. Biol.* **38**, 591-596.
- Kittaka, J., 1994. *Larval rearing. In Spiny Lobster Management* (Ed. By B. F. Philips, J. S. Cobb & J. Kittaka). Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Laws, E. A. dan Malecha, S. R., 1981. *Application of a nutrient-saturated growth model to phytoplankton management in Hawaiian prawn ponds. Aquaculture* **24**, 91-102.
- Liao, I. C., Su, H. M. dan Lin, J. H., 1992. *Larval foods for penaeid prawns, in Handbook of Mariculture*, Vol.1, 43.
- Lowry, Farr, A. L. dan Randall, R. J., 1951. *Protein Measurement with Folin Reagent. Journal Of Biology Chemistry* **193**, 265-75.



- Lubzens, E., Gibson, O. dan Zmora, O., 1995. *Potential advantages of frozen algae (Nannochloropsis spp.) for rotifer (Brachionus plicatilis) culture. Journal of Aquaculture* **113**, 295-309.
- Martinez, M. E., Sanchez, S., Molina, E. dan de la Casa, J. A., 1994. *Skeletonema costatum as a potential of fatty acids and single-cell protein (SCP): The effect of pH on growth rate and biomass composition. J. Mar. Biotech.* **2**, 23-26.
- McCabe, W. L., Smith, J. C. dan Hariott, P., 1985. *Unit Operation of Chemical Engineers*, McGraw Hill, New York, 501-736.
- Oda, T. dan Yamanoi, H., 1982. *Mass culture of marine Chlorella sp. And rotifer Brachionus plicatilis. Proc. Fish. Inst., Okayama* **56**, 233-5.
- Penaflores, D. V., 1989. *Ingredients for Feed Manufacture*. Research Associate. SEAFDAEC. Aquaculture Department Philippines.
- Pomeranz, Y dan Meloan, C.E., 1994. *Food analysis: Theory and Practise*. Ed. 3. Chapman & Hall. New York.
- Rocha, J. M. S., Garcia, J. E. C. Dan Henriques, M. H. F., 2003. *Growth aspects of the marine microalgae Nannochloropsis gaditana. Journal of Biomolecular Engineering*, 20-27.



- Schindler, D. W., 1977. *Evolution of phosphorous limitation in lakes*. *Sc.* **195**, 260-62.
- Shilo, M., 1967. Formation and mode of action of algal toxin. *Bacteriol. Rev.* **31** (3), 180-193.
- Smith, V. H., 1990. *Phytoplankton response to eutrophication in inland waters*. In Akatsuka, I., ed. *Introduction to Applied Phycology*. Amsterdam, The Netherlands: SPB Academic publishing.
- Sukenik, A., Zmora, O., Carmeli dan Yael., 1993. *Biochemical quality of marine unicellular algae with special emphasis on lipid composition, Nannochloropsis sp.* *Journal of Aquaculture* **117**, 313-26.
- Swift, D. G., 1980. *Vitamins and phytoplankton growth*. In: *The Physiological Ecology of Phytoplankton* (Morris, I, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Takashi, M., Koike, I., Iseki, K., Bientag, P. K. dan Hattori, A., 1982. *Phytoplankton species response to nutrient changes in experimental enclosures and coastal waters*. In: *Marine Mesocosms* (Grice, G. D., Reeve, M. R., eds.). Springer Verlag, New York, 333-40.



Volkman, J.K., Brown, M.R., Dunstan, G. A. dan Jefry, S. W., 1993. *The biochemical composition of marine microalgae from the class Eustigmatophyceae*. *Journal of phycology* **29**, 69-78.

Vonshak, A. 1986. *Laboratory techniques for the cultivation of microalgae*. In: *CRC Handbook of microalgal mass culture*. Richmond A. (Ed.). CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, pp 117-145.

Walne, P. R. R., 1974. *Culture of bivalve molluscs. 50 Years' Experience at Conway*. *Fishing News (Books)*, Farnham: 173pp.

