

C/BDP

2001

0162

**PENGARUH PERIODE PENYINARAN  
TERHADAP PERTUMBUHAN *Isochrysis galbana* KLON TAHITI**

Oleh :

**SAPTO ANDRIYONO  
C01497042**

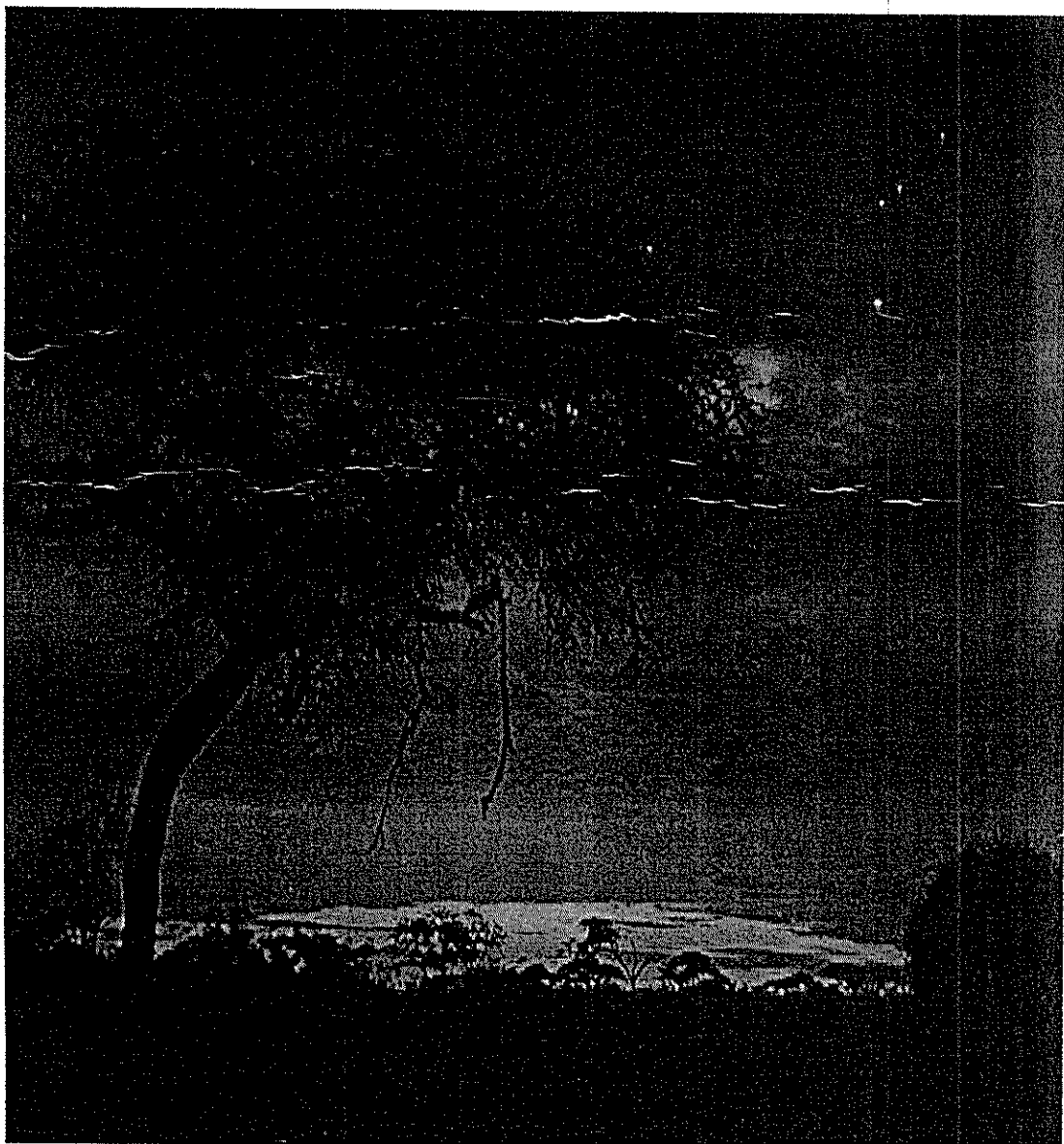
**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2001**

*“Dan Hendaklah Ada Di Antara Kamu Segolongan Umat Yang Menyeru Kepada Kebajikan, Menyuruh Kepada Yang Ma’ruf Dan Mencegah Dari Yang Munkar; Merekalah Orang Yang Beruntung” (QS:2:104)*



*Karya Kecil Ini Aku Persembahkan  
Kepada Keluargaku Tercinta,  
Ibu, Kakak-kakakku, dan Seluruh Keponakanku. Andri*

## SKRIPSI

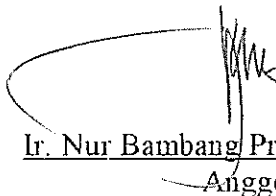
Judul Penelitian : Pengaruh Periode Penyinaran Terhadap Pertumbuhan  
*Isochrysis galbana* klon Tahiti  
Nama Mahasiswa : Sapto Andriyono  
Nomor Pokok : C01497042  
Program Studi : Budidaya Perairan

Disetujui.

### I. KOMISI PEMBIMBING



Dr. Ir. D. Djokosetiyanto  
Ketua

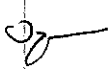


Ir. Nur Bambang Priyo Utomo, M.Si  
Anggota

### II. FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN



Dr. Ir. Odang Carman, M.Sc  
Ketua Program Studi



Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc  
Bantuan Dekan I

## RINGKASAN

Mikroalga merupakan sumber pakan yang sangat penting pada pembenihan berbagai larva dan juvenil moluska, crustacea dan ikan. Selain itu mikroalga sudah banyak digunakan sebagai bahan makanan kesehatan untuk manusia, bahan baku industri dan sebagai agen biologis dalam penanganan limbah. Pada kegiatan pembenihan, tidak semua species mikroalga memberikan hasil yang optimal dalam mendukung pertumbuhan dan *survival rate* larva, sehingga perlu dilakukan pemilihan jenis mikroalga yang paling sesuai.

*Isochrysis galbana* yang termasuk kedalam jenis diatom memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap. Kandungan EPA, DHA dan ARA yang cukup tinggi memungkinkan jenis ini akan menjadi komoditas unggulan dalam bidang akuakultur. Pada usaha pembudidayaan *Isochrysis galbana*, faktor yang berpengaruh dalam pertumbuhan selain faktor nutrisi dan suhu adalah faktor cahaya. Cahaya adalah sumber energi yang dipakai dalam proses fotosintesa, hal ini berhubungan dengan intensitas cahaya, kualitas spektrum, dan fotoperiode.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan *Isochrysis galbana* dengan periode penyinaran berbeda yaitu 12 jam, 16 jam, 20 jam dan 24 jam.

Penelitian berlangsung pada bulan April 2001, bertempat di Laboratorium Tiram, Balai Budidaya Laut Lampung. Penelitian dilakukan selama 16 hari kultur. Wadah yang digunakan adalah tabung erlenmeyer 1000 ml dilengkapi pipa kaca, karet penutup, dan selang aerasi. Wadah kultur ditempatkan pada rak dengan sumber penyinaran dari 2 buah lampu TL 40 watt untuk setiap raknya dengan intensitas cahaya sebesar 5000 lux. Media kultur yang di pakai bersalinitas 27 ppt dan pemupukan yang diberikan dengan perbandingan ZA : TSP : Urea : EDTA = 100 : 30 : 10 : 5 (g/m<sup>3</sup>). Pada media kultur juga ditambahkan zeolit 150 ppm.

Parameter yang diamati adalah kepadatan populasi harian *Isochrysis galbana*, suhu media, nilai pH, salinitas, laju pertumbuhan spesifik dan waktu generasi. Metode perhitungan kepadatan populasi dilakukan dengan hemositometer dibawah mikroskop dengan pengambilan sampelnya secara acak.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah RAL dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan pada penelitian ini adalah lama penyinaran 12 jam, 16 jam, 20 jam, dan 24 jam. Analisa data dengan menggunakan *One Way Analisis of Variance* (ANOVA) dan uji lanjut BNJ Tukey pada selang kepercayaan 95%. Sedangkan untuk parameter kualitas air, analisis data dilakukan secara deskriptif.

Peningkatan kepadatan populasi yang terjadi selama 16 hari kultur bervariasi. Kepadatan populasi tertinggi dicapai oleh perlakuan 24 jam penyinaran pada hari ke-12, dan diikuti oleh perlakuan 20, 16, dan 12 jam penyinaran, dengan waktu pencapaian puncak yang berbeda.

Perbedaan ini terjadi diduga karena cahaya yang merupakan sumber energi, menjadi faktor pembatas. Pada kondisi ini, perlakuan 24 jam penyinaran dapat melakukan fotosintesa secara kontinyu, sehingga kepadatan populasinya paling tinggi ( $1178,75 \cdot 10^4$  sel/ml). Meskipun pada perlakuan 24 jam penyinaran kepadatan populasinya tertinggi, diduga kualitas sel *Isochrysis galbana* rendah. Karena penyinaran secara kontinyu dapat mengakibatkan efek yang merugikan bagi proses fotosintesa fitoplankton, yang akan mengurangi kecepatan fotosintesa.

Akibat terbatasnya ketersediaan cahaya, pada perlakuan 12, 16, dan 20 jam penyinaran menyebabkan lag fase berlangsung lebih lama dan hal ini menjadikan rendahnya dalam pencapaian kepadatan populasi maksimum. Setelah kepadatan populasi puncak tercapai, kultur mulai menurun kuantitasnya. Hal ini diduga karena terjadi penurunan nutrisi pada tingkat yang tidak mampu lagi untuk menunjang pertumbuhan dan atau akibat dari terbentuknya buangan metabolit yang melebihi batas toleransi. Selain itu kandungan klorofil dalam sel semakin berkurang. Selanjutnya melalui ANOVA dan uji BNJ Tukey menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap kepadatan populasi maksimum dan waktu pencapaian kepadatan populasi maksimum pada selang kepercayaan 95%.

Laju pertumbuhan spesifik dari hasil yang didapatkan nilainya berkisar antara 0,1535 – 0,3024 (hari). Nilai rata-rata tertinggi dicapai pada perlakuan 24 jam penyinaran (0,2965 hari) dan nilai rata-rata terendah dicapai pada perlakuan 12 jam penyinaran (0,1562 hari). Hal ini menunjukkan bahwa dengan penyinaran secara kontinyu laju pertumbuhannya akan lebih cepat. Fenomena ini terjadi karena fotosintesa berjalan secara kontinyu yang memacu aktifitas lainnya.

Pada perhitungan waktu generasi, nilainya berkisar antara 79,8792 – 157,3992 (jam). Nilai waktu generasi menunjukkan waktu untuk membelah menjadi 2 sel. Pada perlakuan 24 jam penyinaran, memiliki nilai rata-rata terendah (81,4961 jam) berarti waktu yang dibutuhkan untuk membelah lebih cepat. Sedangkan waktu generasi terlambat 154,6712 jam terjadi pada perlakuan 12 jam penyinaran. Dari analisis ragam dari kedua data tersebut menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik dan waktu generasi.

Kisaran suhu selama kultur berkisar antara 24,9 °C – 26,9 °C. Fulks dan Main (1997) menyebutkan bahwa kultur yang baik dilakukan pada suhu antara 16 – 27 °C. Kaplan *et al.*, (1986) menambahkan bahwa untuk mendapatkan kultur *Isochrysis galbana* yang baik maka dilakukan pada suhu 27 °C. Jadi suhu selama kultur termasuk dalam selang suhu optimal dan tidak memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan.

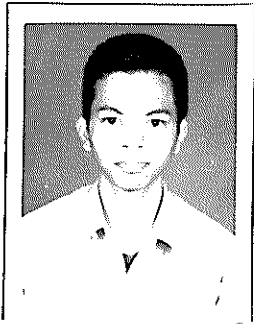
Nilai pH yang terukur berkisar antara 7,2 – 8,8. Nilai selama kultur tersebut relatif naik. Hal ini diduga karena adanya CO<sub>2</sub> bebas dari sistem aerasi menjadi HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> untuk proses fotosintesa melalui enzim *carbonic anhidrase* yang terdapat pada permukaan tubuh alga, dimana mikroalga pengguna CO<sub>2</sub> memiliki enzim tersebut didalam selnya (Miyachi *et al.*, 1983 dalam De La Nove dan De Pauw, 1988). Kisaran nilai pH selama kultur masih dalam selang optimal. Kaplan *et al.* (1986) menyatakan bahwa *Isochrysis galbana* dapat hidup baik pada pH antara 5 – 9.

Untuk pengukuran salinitas nilainya berkisar antara 27 – 28. meskipun Laing dan Utting (1980) menemukan salinitas yang optimal untuk *Isochrysis galbana* antara

15 – 25 ppt, namun pada penelitian pendahuluan mendapatkan hasil bahwa salinitas terbaik adalah 27 ppt. Hal ini diduga karena *Isochrysis galbana* tersebut sudah diadaptasikan di BBL Lampung pada salinitas 25 – 30 ppt.

Dari hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa perlakuan 24 jam penyinaran mendapatkan kepadatan *Isochrysis galbana* tertinggi  $1178,75 \times 10^4$  sel/ml dicapai pada hari ke-12 kultur, laju pertumbuhan spesifik tercepat dan waktu penggandaan tersingkat. Namun diduga kualitas selnya rendah dan diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melihat kualitas sel seperti kandungan klorofil dan biokimia sel. Dalam bidang akuakultur, penulis menyarankan untuk menggunakan lama penyinaran 24 jam untuk kultur mikroalga dengan tetap memperhatikan faktor lainnya seperti intensitas cahaya, sumber nutrien, densitas dan kedalaman kultur.

## RIWAYAT HIDUP



Penulis, Sapto Andriyono adalah putra ketujuh dari tujuh bersaudara, dari keluarga Kodri. Penulis dilahirkan di Ungaran, Semarang, Jawa Tengah pada tanggal 25 September 1979.

Pada tahun 1980, penulis pindah ke Kabupaten Pekalongan dan menetap di kota ini. Penulis menamatkan sekolah dasar di SD Negeri Doro I pada tahun 1991.

Kemudian melanjutkan di sekolah menengah di SMP Negeri Doro dan lulus pada tahun 1994. Pada tahun 1997 penulis lulus dari SMU Negeri Kedungwuni selanjutnya penulis diterima di Institut Pertanian Bogor melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI) pada Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Penulis dinyatakan lulus dari Institut Pertanian Bogor pada tanggal 22 Agustus 2001 dengan pembimbing skripsi yaitu Dr. Ir. D. Djokosetiyanto dan Ir. Nur Bambang Priyo Utomo, M.Si dan dosen penguji Ir. Tatag Budiardi, M.Si.

Selama menjalani studi di Institut Pertanian Bogor, penulis aktif di organisasi keislaman yaitu Badan Kerohanian Islam Mahasiswa (BKIM) IPB, dan Majelis Ta'lim Al Marjan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Selain itu juga masuk dalam Himpunan Mahasiswa Akuakultur (HIMAKUA) dan UKM Bulutangkis. Penulis juga pernah melakukan magang di PT. Biru Laut Khatulistiwa, Kalianda Lampung Selatan selama satu bulan dan di BBL Lampung selama dua bulan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

For everything memories, helps, and prays, nothing else make me happy excepted say tanks for :

- ❖ Untuk kesempatan yang pertama, orang tuaku tercinta, apapun yang engkau berikan selama ini adalah yang terbaik dalam hidupku, *Without you I am nothing*. Kakak-kakakku Mbak Yun & Mas Viktor, Mbak Mar & Mas Bambang, Mbak Wi' & Mas Ujang, Mas Tri, Mbak Un & Mas Heri, Endang dan seluruh keponakanku Ebo, Ndek, Ita', Nisa, Randi, Gede, Riski, yang senantiasa memberikan dorongan dan Do'a selama menyelesaikan studi di IPB.
- ❖ Seluruh Dosen dan staf Jurusan BDP, terima kasih atas dukungan dan bantuan selam penulis menjalani studi di BDP.
- ❖ Ir. Emy Rusyani (untung *dugaan* mbak Emy tepat lho!) , Ir. Dwi Handayani (gimana wi', apa sudah di *konfirmasi*kan ?) dan Ir. Nadia Nurhaliati (*congratulation Nad, you are the youngest graduates, and don't BT.OK*). *Tanks for your helps and I am sure I could nothing without all of you. Tank you*
- ❖ *Crew* Lingkungan :Evi, Fikri, Arum, Nana, Dian, Inge, Eri, Teguh, Ibu Dina (*Don't worried we'll help you*), Ka' Dika (*Where are you now*), Andi and Caca (*Do you wanna married, I hope so, and I waiting your letter*), Neneng buruan penelitian, Nadia udah lulus lho.
- ❖ *Crew* Kesehatan :Rini (*tanks your help and I am never forget*), Adi Boss, Komeng, Indah, Dony, Jason, Ari, Juli juleha, Sarie, Anis, Jose, Tiar (*you like clown but you nice, tanks for you watch and don't worried I'll be back*).
- ❖ *Crew* Nutisi :Irwan (*istiqomah and don't forget our friendships, OK Guys*), Ijul, Poleng, Tita, Adam, Himawan (*I am Challenge you tennis*), dan Rugby.
- ❖ *Crew* PBI :Yuli (*I hope you to be a good teacher*), Ilvi, Iis, Omy, Troy, Sri, Oleh, Yanti, Cahyadi (*I'll waiting to fight tennis*), Sutrisna, Budi.
- ❖ *Crew* Sistek (Rina, Istiqomah ya rin, Eno, Sabar no', nanti juga kelar, Ela, Heni, Mak nyak *you is a good mothers to our*, Dodo, Rahmat, Dedi, Cece', Catur, Hero, Farid, Tate, Sukma
- ❖ Kakak-kakak kelasku BDP, MasTeguh, MasAfif, MasJun, MasLilik, Nano', MbakYovi, MbakAna, MasYoyok, MasDudi, MasIrwan, Adik kelasku '35 -'38



- ❖ Yani & Bang Amin, Mas Fauzan & mbak Eri, Mas Wawan, Mbak Puji, Mas Priya
- ❖ Tarono & Dudy, terima kasih atas bantuannya selama ini terutama waktu aku sakit. Ruhyat, Budi kecil, Budi gede, Lala, *welcome to "Base Camp", and we are to be brothers.* Juga alumni Al Muhajiri (mas Pur, mas Edi, mas Abu, Santo, mas Natsir, Haqi, Jiun, Norman, Amir, Juyam, Warji, Parno, Joko, mas Meri, mas Krisna)
- ❖ Rekan-rekan di BKIM IPB, Al Fath, Al Marjan, Forsita, dan Al Asjar, semoga tetap Istiqomah di jalan da'wah ini.
- ❖ Teman-teman R&D BLK, mas Uus, bu Rinrin terimakasih bantuan literaturnya dan peralatannya.
- ❖ Dan semua pihak yang telah membantu yang tidak disebutkan.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas segala nikmat yang tak terhitung jumlahnya, salah satunya memberikan kemudahan dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini sebagai syarat bagi penulis untuk meraih gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Skripsi yang berjudul “**Pengaruh Periode Penyinaran Terhadap Pertumbuhan *Isochrysis galbana* klon Tahiti**” ini memberikan gambaran mengenai pertumbuhan *Isochrysis galbana* klon Tahiti yang sangat dipengaruhi oleh keberadaan cahaya. Pengaturan pemberian cahaya akan berpengaruh pada proses fotosintesa yang terjadi.

*Isochrysis galbana* klon Tahiti yang telah digunakan sebagai pakan larva dan juvenil berbagai ikan, crustacea, dan moluska, memiliki prospek yang cukup cerah dimasa yang akan datang, dengan melihat kandungan EPA, DHA, dan ARA. *Isochrysis galbana* klon Tahiti berpeluang dikonsumsi oleh manusia sebagai sumber makanan kesehatan baru yang bernilai gizi tinggi. Untuk itu penelitian lebih lanjut sangat diperlukan agar pengembangan usaha kultur, pemanfaatan, dan pengembangan aspek bioteknologi di masa yang akan datang.

Pada kesempatan kali ini dengan keikhlasan dan ketulusan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. D. Djokosetiyanto selaku ketua komisi pembimbing skripsi, Bapak Ir. Nur Bambang Priyo Utomo, M.Si selaku anggota komisi pembimbing skripsi, dan Bapak Ir. Tatag Budiardi, M.Si yang telah berkenan menjadi dosen penguji, yang memberikan masukan selama penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Almarhum Ir. Supomo T.H. Wardoyo, M.Agr sebagai pembimbing akademik yang memberikan berbagai pengalaman hidup yang sangat bermanfaat. Semoga Allah SWT. menerima amal ibadah beliau dan digolongkan kedalam orang-orang yang diridhai-Nya.

3. Bapak Ir. Sudjiharno sebagai kepala BBL Lampung, Ibu Ir. Anindiastuty selaku koordinator pembenihan, Bapak Tjahjo Winanto,SP, M.Si sebagai pembimbing lapangan,dan seluruh staf BBL Lampung yang telah membantu kelancaran selama penelitian dan memberikan berbagai pengalaman.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun demikian kritik dan saran yang akan lebih menyempurnakan, akan penulis terima dengan senang hati. Dengan satu harapan, semoga tulisan ini memberikan manfaat bagi para pembaca.

Bogor, Agustus 2001.

Penulis.

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Klasifikasi dan Biologi.....	3
2.2 Pertumbuhan Populasi.....	4
2.3 Parameter Fisika dan Kimia .....	6
2.3.1 Cahaya .....	6
2.3.2 Salinitas .....	7
2.3.3 Nilai pH .....	8
2.3.4 Temperatur.....	8
<b>III. BAHAN DAN METODE .....</b>	<b>9</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	9
3.2 Bahan dan Alat.....	9
3.2.1 Bahan dan Wadah Kultur.....	9
3.2.2 Alat Perhitungan Densitas Populasi .....	9
3.2.3 Perhitungan Laju Pertumbuhan Spesifik dan Waktu Generasi	10
3.2.4 Pengukuran Kualitas Air.....	11

3.3 Metodologi.....	11
3.3.1 Sterilisasi Alat dan Bahan.....	11
3.3.2 Pengukuran Kualitas Air.....	11
3.3.3 Kultur <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti (T-Iso).....	11
3.3.4 Perlakuan Penelitian.....	12
3.4 Rancangan Percobaan.....	13
3.5 Analisis Data.....	13
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>14</b>
4.1 Hasil.....	14
4.1.1 Kepadatan Populasi <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti.....	14
4.1.2 Laju Pertumbuhan Spesifik dan Waktu Generasi.....	18
4.1.3 Parameter Kualitas Air.....	19
4.2 Pembahasan.....	20
4.2.1 Kepadatan Populasi <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti.....	20
4.2.2 Laju Pertumbuhan Spesifik dan Waktu Generasi.....	22
4.2.3 Parameter Kualitas Air.....	22
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>24</b>
5.1 Kesimpulan.....	24
5.2 Saran.....	24
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>25</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>29</b>

## DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Analisa proksimat <i>I.galbana</i> dan T-Iso.....	4
2.	Kepadatan rata-rata populasi <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti pada lama penyinaran berbeda selama 16 hari kultur .....	14
3.	Waktu pencapaian populasi maksimum (hari) untuk masing-masing perlakuan.....	15
4.	Kepadatan populasi maksimum sel <i>Isochrysis galbana</i> ( $10^4$ sel/ml) untuk masing-masing perlakuan.....	15
5.	Kepadatan populasi sel <i>Isochrysis galbana</i> ( $10^4$ sel/ml) setiap perlakuan pada saat perlakuan L:D = 12:12 (jam) mencapai kepadatan populasi maksimum.....	16
6.	Kepadatan populasi sel <i>Isochrysis galbana</i> ( $10^4$ sel/ml) setiap perlakuan pada saat perlakuan L:D = 16:8 (jam) mencapai kepadatan populasi maksimum .....	17
7.	Kepadatan populasi sel <i>Isochrysis galbana</i> ( $10^4$ sel/ml) setiap perlakuan pada saat perlakuan L:D = 20:4 (jam) dan L:D = 24:0 (jam) mencapai kepadatan populasi maksimum .....	18
8.	Laju pertumbuhan spesifik <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti (penggandaan/hari) pada perlakuan lama penyinaran berbeda.....	18
9.	Waktu generasi <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti (jam) pada perlakuan lama penyinaran berbeda.....	19

## DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Pola pertumbuhan alga sel tunggal dalam sistem tertutup.....	5
2.	Setting alat kultur <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti.....	12
3.	Perlakuan penelitian pada periode gelap.....	12
4.	Grafik pertumbuhan <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti selama 16 hari kultur.....	20

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Kepadatan populasi <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti pada lama penyinaran berbeda selama 16 hari kultur dengan kepadatan awal $10^6$ sel/ml.....	30
2.	Analisis ragam dari waktu mencapai puncak kepadatan populasi <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti.....	33
3.	Analisis ragam dari kepadatan populasi maksimum <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti.....	34
4.	Analisis ragam dari kepadatan populasi maksimum <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti pada perlakuan 12 jam penyinaran.....	35
5.	Analisis ragam dari kepadatan populasi maksimum <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti pada perlakuan 16 jam penyinaran.....	36
6.	Analisis ragam dari kepadatan populasi maksimum <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti pada perlakuan 20 jam penyinaran dan 24 jam penyinaran.....	37
7.	Analisis ragam laju pertumbuhan spesifik <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti.....	38
8.	Analisis ragam waktu generasi <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti.....	39
9.	Pengamatan suhu harian media kultur <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti selama 16 hari kultur.....	40
10.	Pengamatan salinitas harian media kultur <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti selama 16 hari kultur.....	41
11.	Pengamatan pH harian media kultur <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti selama 16 hari kultur.....	42



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

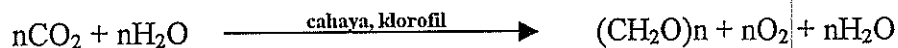
Mikroalga merupakan sumber pakan yang sangat penting pada pembenihan berbagai larva dan juvenil moluska, crustacea dan ikan. Selain itu mikroalga sudah banyak digunakan sebagai bahan makanan kesehatan untuk manusia, bahan baku industri dan sebagai agen biologis dalam penanganan limbah (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Pada kegiatan pembenihan, tidak semua species mikroalga memberikan hasil yang optimal dalam mendukung pertumbuhan dan *survival rate* larva (Brown, 1991), sehingga perlu dilakukan pemilihan jenis mikroalga yang paling sesuai. Pemilihan jenis mikroalga merupakan langkah awal yang tidak mudah. Berbagai bentuk pertimbangan harus dilakukan agar pakan alami yang diberikan cocok untuk larva yang dipelihara dengan mempertimbangkan segi pengelolaan dan pemeliharaan (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Selain itu mikroalga yang sesuai harus dipilih berdasarkan faktor dasar seperti kemampuan untuk dapat dikembangkan secara masal, ukuran sel, toksisitas, digestibilitas dan nilai gizi (Brown, 1991).

Djarjah (1996) menambahkan beberapa faktor lainnya dalam menentukan jenis pakan alami yang akan dibudidayakan antara lain cepat berkembangbiak, dan memiliki toleransi yang cukup tinggi terhadap perubahan lingkungan sehingga lestari ketersediaannya, gerakannya menarik, tidak terlalu aktif sehingga mudah untuk ditangkap ikan.

Hingga saat ini banyak species yang telah dikembangkan dengan berbagai teknik budidaya. Namun keberhasilan di laboratorium ternyata tidak selalu diikuti dengan keberhasilan penerapan di lapangan. Kondisi alam yang selalu dinamis menyebabkan berbagai faktor sulit dikendalikan dan saling berpengaruh. Oleh karena itu dalam mempersiapkan penerapan di lapangan, diperlukan informasi sebanyak-banyaknya berbagai faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga. Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) menyebutkan bahwa pengetahuan mengenai sifat

biologi mikroalga sangat penting untuk mendasari pengembangan usaha budidayanya, pemanfaatan, dan pengembangan aspek bioteknologinya.

Dalam kegiatan kultur mikroalga, selain faktor nutrisi dan temperatur, cahaya memegang peranan penting. Cahaya merupakan sumber energi dalam proses fotosintesis dengan bantuan kloroplas. Reaksi yang terjadi menurut Borowitzka dan Borowitzka (1998) sebagai berikut:



Agar penggunaan cahaya seefektif mungkin, maka penelitian dengan mencari lama penyinaran yang optimal ini dilakukan.

## 1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan *Isochrysis galbana* klon Tahiti (T-Iso) dengan periode penyinaran berbeda dengan melihat kepadatan populasi harian, laju pertumbuhan, waktu generasi, dan beberapa parameter kualitas media kultur.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi dan Biologi

Klasifikasi *Isochrysis galbana* menurut Lewin (1962) sebagai berikut:

Divisi : Chrysophyceae

Klas : Haptophyceae

Ordo : Isochrysidales

Famili : Isochrysidaceae

Genus : *Isochrysis*

Spesies : *Isochrysis galbana* klon Tahiti

*Isochrysis galbana*, Parke (Parke, 1949 dalam Raymont, 1980) merupakan jenis diatom laut yang memiliki dua flagel halus yang sama dan sebuah vestigial haptonema yang dapat dideteksi melalui tiga mikrotubule dengan bantuan mikroskop electron (Green and Pienaar, 1977). Fitoplankton jenis ini pertama kali ditemukan oleh Lohman pada cangkang Apendicularia (Raymont, 1980). Reproduksi terjadi secara pembelahan longitudinal pada stadia motil ataupun stadia nonmotil. Stadia benthik pada genus ini selalu berkoloni yang dibungkus dengan cairan mucilanginous yang kental (Parke, 1971).

Ukuran *Isochrysis galbana* antara 3,5 – 4,0  $\mu\text{m}$  (Chapman and Chapman, 1973). Jenis ini memiliki kandungan total lipid sebesar 17.07% dari bobot keringnya. Dari jenis asam lemak yang dikandung antara lain EPA (20 : 5n3) 2,5%, DHA (22 : 6n3) 10,3%, ARA (18 : 2n6) 0,52% dari persentase lipid yang dikandungnya.

Brown (1991) meneliti kandungan biokimia dari 16 spesies mikroalga, antara lain adalah *Isochrysis galbana* dan *Isochrysis aff. galbana* (T-Iso). Data kandungan biokimia tersebut tercantum dalam tabel berikut ini.

Tabel 1. Analisa proksimat *I.galbana* dan T-Iso

Jenis Mikroalgae	Berat kering/sel	% Berat kering			
		Chl a	Protein	Glukosa	Lemak
<i>I. galbana</i>	30,5	0,98	29	12,9	23
<i>I. aff galbana</i> (T-Iso)	29,7	0,98	23	6,0	20

Sumber: Brown, 1991

## 2.2 Pertumbuhan Populasi

Pada umumnya kultur alga pada skala laboratorium dilakukan pada volume terbatas dengan medium yang mengandung nutrien yang cukup untuk pertumbuhan, dengan inokulan yang sedikit pada kondisi yang sesuai baik pencahayaan, temperatur maupun aerasi (Myer, 1962 dalam Fogg, 1960). Mc Vey (1983) menyatakan bahwa penanda pertumbuhan dari suatu kultur dapat dilihat dari segi pembelahan sel (pengandaan/hari) dan pertumbuhan populasi (pertumbuhan relatif).

Pertumbuhan populasi pada alga terbagi menjadi beberapa fase pertumbuhan antara lain: fase lag, fase eksponensial, fase penurunan laju pertumbuhan, fase stasioner, dan fase kematian.

Fase pertama dari grafik pertumbuhan disebut lag fase. Fase ini merupakan fase adaptasi. Pada fase ini tidak ada penambahan populasi, sel mengalami perubahan dalam komposisi kimia dan bertambah ukurannya, substansi intraseluler bertambah (Hadjoetomo *et al.*, 1986). Fogg (1965) menyebutkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap lag fase meliputi penonaktifan enzim yang ada pada inokulum, penurunan tingkat metabolisme pada inokulum, peningkatan ukuran sel tetapi bukan pembelahan sel, aktifitas metabolisme menjadi non-aktif oleh beberapa faktor zat racun yang ada dalam media, pengenalan inokulum dengan sejumlah partikel atau substansi dalam konsentrasi tinggi ( $PO_4$ , antibiotik dan sebagainya). Dari beberapa faktor tersebut grafik yang dihasilkan umumnya datar atau sedikit turun dari densitas awal.

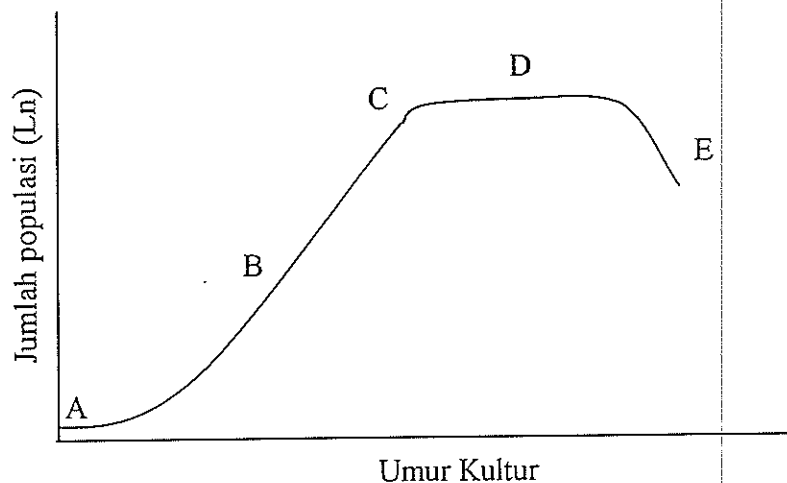
Pada fase ke-2, fase eksponensial memiliki karakteristik yang khas yaitu pembelahan sel dengan laju pertumbuhan relatifnya biasanya juga konstan,

sedangkan jumlahnya tergantung ukuran sel (luas permukaan), intensitas cahaya (di bawah tingkat jenuh), dan suhu kultur (McVey, 1983).

Fase ketiga atau fase penurunan pertumbuhan relatif dapat disebabkan beberapa faktor (Roels, 1978), antara lain: pengendapan partikel nutrisi, laju penyediaan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{O}_2$  yang menurun, perubahan pH media yang diabsorpsi, pembatasan cahaya sehingga lebih redup (Beer's Law), dan autoinhibisi oleh zat racun yang diproduksi. Pada fase ini jumlah kematian lebih kecil dibanding pertumbuhannya sehingga penurunan grafik tidak signifikan.

Fase pertumbuhan yang terjadi sangat cepat dengan seimbangnya antara laju pertumbuhan dan faktor pembatas. Fenomena ini disebut sebagai fase stasioner (McVey, 1983). Hal ini kemungkinan karena adanya penumpukan produk beracun dan atau kehabisan nutrisi, namun jumlah sel yang ada tetap (Hadioetomo *et al.* 1986). Pada fase ini kurva pertumbuhan konstan datar pada jangka waktu tertentu.

Tahap akhir dari pertumbuhan alga disebut fase kematian atau stadia kultur yang *koleps*. Ini merupakan akibat dari penurunan jumlah nutrisi pada tingkat yang tidak mampu lagi untuk menunjang berlanjutnya pertumbuhan dan atau akibatnya terbentuknya buangan metabolit yang melampaui tingkat toleransi (McVey, 1983).



Gambar 1 . Pola pertumbuhan alga sel tunggal dalam sistem tertutup (Fogg, 1975)

Keterangan : A = fase lag

B = fase eksponensial

C = fase penurunan laju pertumbuhan

D = fase stasioner

E = fase kematian

Pada kurva pertumbuhan terkadang memperlihatkan pola pertumbuhan yang tidak lengkap, hal ini bukan karena tidak adanya salah satu fase, tetapi fase tersebut berlangsung sangat cepat sehingga sulit untuk digambarkan (Fogg, 1975).

Pada *Isochrysis* aff. *galbana* yang dikultur pada F/2 Medium dengan salinitas 33 ppt dan LD 24:0 seperti disebutkan oleh Hur (1991) dalam Fulks dan Main (1992) memiliki nilai laju pertumbuhan spesifik sebesar 0,78 (pembelahan/hari), sementara Fogg (1960) mendapatkan nilai rata-rata waktu penggandaan sebesar 30,2 (jam) pada temperatur 20°C dengan pencahayaan secara kontinyu dengan intensitas kira-kira jenuh untuk fotosintesa.

## 2.3 Parameter Fisika dan Kimia

### 2.3.1 Cahaya

Cahaya adalah sumber energi yang dipakai dalam proses fotosintesa. Hal ini berhubungan dengan intensitas cahaya, kualitas spektrum, dan fotoperiode yang perlu dipertimbangkan (Laven and Sorgeloos, 1996). Untuk mendapatkan hasil yang maksimal kedalaman kultur dan densitas sel menjadi variabel kunci dalam penggunaan cahaya yang efisien (Roels *et. al.*, 1977; Goldman, 1979; Richmond *et. al.*, 1980).

Intensitas cahaya memainkan peranan penting, tetapi biasanya beragam tergantung kedalaman kultur dan densitas alga yang dikultur. Pada kedalaman dan konsentrasi sel yang tinggi, intensitas cahaya harus ditingkatkan sampai penetrasinya merata dalam kultur (misalkan 1000 lux untuk tabung erlenmeyer dan 5000 - 10000 lux dibutuhkan untuk volume yang lebih besar) (Laven and Sorgeloos, 1996). Intensitas cahaya yang optimal akan menghasilkan pertumbuhan fitoplankton yang terbaik. Jorgensen (1977) menyebutkan bahwa intensitas cahaya yang rendah akan memberikan laju fotosintesa lebih besar dibandingkan dengan intensitas cahaya yang tinggi, karena pada intensitas cahaya yang tinggi dapat menyebabkan *systrophe* pada sel yang mengakibatkan kerusakan sel.

Dengan memperhatikan sumber pencahayaan yang dipakai, intensitas cahaya, kualitas spektrum, dan fotoperiode dapat diatur. Pencahayaan dapat diberikan secara

alami dengan sinar matahari atau dengan pemasangan lampu (*Flourescen tube*) umumnya 80 watt. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi (contohnya sinar matahari langsung atau pada wadah yang kecil dan terbuka dengan penyinaran buatan) kemungkinan menjadi foto-inhibition (Lavens and Sorgeloos, 1996). Hoff and Snell (1989) menyatakan bahwa intensitas yang dipakai berkisar antara 2500 - 5000 lux adalah yang optimal, dan Guillard (1975) menganjurkan 3500 -4500 lux untuk stok kultur dari *Thalassiosira pseudonana* dengan penyinaran secara kontinyu atau minimal 14 jam penyinaran.

Lamanya waktu penyinaran buatan seharusnya minimal 18 jam/hari, walaupun kepadatan fitoplankton meningkat secara normal selama dikultifasi dengan penyinaran yang kontinyu (Lavens and Sorgeloos, 1996). Namun penyinaran secara kontinyu dapat mengakibatkan efek yang merugikan bagi proses fotosintesa fitoplankton, yang akan mengurangi kecepatan fotosintesa (Spotte, 1979).

Periode penyinaran sangat menentukan dalam proses sintesa bahan organik pada fotosintesa karena hanya dengan energi yang cukup proses tersebut dapat berjalan dengan lancar. Caron *et. al.*, (1998) menyatakan bahwa fotoperiode mempengaruhi komposisi biokimia yang dikultur selain faktor media kultur, temperatur, pH, intensitas cahaya, dan stadia waktu panen. Brown (1991) menyebutkan bahwa *Isochrysis galbana* memiliki kandungan glukosa 61% selama log fase dan 80% - 85% selama fase stasioner.

Pada waktu terang, sel-sel diatom akan membelah secara aseksual, sehingga sel anak lebih kecil ukurannya dibanding induknya. Sedangkan pada waktu gelap terjadi perkembangan sel untuk mencapai ukuran normal. Dengan adanya pengaturan periode penyinaran pada kultur diatom, maka laju pertumbuhan dapat dibatasi yaitu dengan adanya waktu terang dan waktu gelap (Raymont, 1963).

### 2.3.2 Salinitas

Salinitas merupakan faktor fisika perairan yang penting untuk diperhatikan pada kultur fitoplankton laut. Berubahnya salinitas dari selang maksimum atau minimum yang dapat ditoleransi akan menyebabkan menurunnya laju pertumbuhan, dan hal ini terjadi pada kelompok diatom termasuk didalamnya *Isochrysis galbana*.

Hal ini disebabkan terganggunya proses osmoregulasi sel (Mustahal dan Danakusumah, 1986) yang berdampak pada pertumbuhan, fotosintesa dan respirasi. Ditegaskan oleh Hirata, Andarias dan Yamasaki (1981) bahwa meningkatnya salinitas akan menurunkan kecepatan fotosintesa dan respirasi, tetapi pengaruhnya lebih besar pada fotosintesa.

### 2.3.3 Nilai pH

Konsentrasi ion hidrogen (pH level) yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan memperlambat pertumbuhan alga dengan cara mengacau proses seluler (Fluks dan Main, 1992). Nilai pH optimum untuk sejumlah spesies yang telah dikultur antara 7.0 – 9.0. Selanjutnya dari selang tersebut, yang paling optimal dilaporkan Ukeles (1971) yaitu antara 8.2 – 8.7.

Penambahan  $\text{CO}_2$  (*carbon dioxide*), biasanya ada dalam udara, diberikan untuk meningkatkan kapasitas buffer dari medium kultur dan mencegah pH menjadi terlalu tinggi (menjadi sangat alkalin). Pada kondisi ini aerasi yang diberikan menjaga keseimbangan antara bicarbonat, karbon dioksida, dan ion hidrogen mencegah perubahan pH air. Reaksi yang terjadi (Fluks dan Main, 1992) sebagai berikut



### 2.5.3 Temperatur

Ketika nutrisi berlebih keberadaannya, temperatur dan pencahayaan akan menjadi satu-satunya faktor pembatas dalam kultur alga (Goldman, 1979). Setiap spesies memiliki selang maksimum, minimum dan temperatur optimum untuk pertumbuhannya. Beberapa spesies yang telah umum dikultur dapat mentoleransi temperatur antara  $16^\circ\text{C}$  –  $27^\circ\text{C}$ . Temperatur antara  $21^\circ\text{C}$  –  $24^\circ\text{C}$  merupakan nilai optimum (Guillard, 1975; Hoff dan Snell, 1989). Temperatur dibawah  $16^\circ\text{C}$  akan memperlambat pertumbuhan, dan diatas  $35^\circ\text{C}$  bagi beberapa alga merupakan suhu letal (Hoff dan Snell, 1989).



### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Tiram, Balai Budidaya Laut, Desa Hanura, Kecamatan Padang Cermin, Lampung Selatan. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2001.

#### 3.2 Bahan dan Alat

##### 3.2.1 Bahan dan Wadah Kultur

Air laut yang digunakan telah dilakukan *treatment* secara fisik dengan *pressure sand filter*, penyinaran UV, dan perebusan. Formulasi pupuk komersial telah dilarutkan dalam akuades dengan dosis 1 ml/L, begitu pula zeolit yang dipakai telah dilarutkan dalam akuades dengan konsentrasi 150 ppm dengan dosis 1 ml/L.

Organisme uji yaitu *Isochrysis galbana* klon Tahiti (T-Iso) diperoleh dari pemurnian agar dari Laboratorium Pakan Alami BBL Lampung. Alkohol 70% digunakan dalam sterilisasi alat dengan cara disemprotkan dan kemudian dibilas dengan akuades.

Untuk wadah kultur digunakan tabung erlenmeyer 1000 ml dilengkapi dengan pipa kaca diameter 6 mm, karet penutup dan selang aerasi. Kotak karton digunakan untuk perlakuan gelap (Gambar 3)

##### 3.2.2 Alat Perhitungan Densitas Populasi

Perhitungan densitas *Isochrysis galbana* klon Tahiti menggunakan hemositometer (*Neubauer*) dan mikroskop dengan perbesaran 10 x 20 yang dilakukan setiap pukul 07.00 pagi dengan bantuan *hand counter*.

Mudjiman (1984) menjelaskan cara perhitungan kepadatan dengan rumus sebagai berikut :

Kepadatan rendah :  $D = \text{Jumlah sel} \times 10^4$

Kepadatan tinggi :  $D = \text{Jumlah rata-rata sel} \times 25 \times 10^4$

Keterangan :  $D$  = Densitas sel (sel/ml)

25 = Banyaknya seluruh kotak besar

$10^4$  = Konstanta *Haemocytometer*

### 3.2.3 Perhitungan Laju Pertrumbuhan Spesifik dan Waktu Generasi

Perhitungan laju pertumbuhan spesifik pada *Ischrysis galbana* klon Tahiti digunakan rumus menurut Guillard (1973) dalam Fulks dan Main (1992) sebagai berikut:

$$k = 3,322 \frac{\text{Log} \frac{Nt}{No}}{t}$$

Keterangan :  $k$  = Laju pertumbuhan spesifik (pembelahan / hari)

$Nt$  = Kepadatan populasi pada waktu  $t$  (sel)

$No$  = Kepadatan populasi awal inokulasi (sel)

$t$  = Selisih waktu kultur (hari)

3,322 = Konversi  $\text{Log}_2$  menjadi  $\text{Log}_{10}$

Sedangkan untuk perhitungan waktu generasi menurut Hadioetomo *et al.* (1986) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$G = \frac{t}{3,3(\text{Log}Nt - \text{Log}No)}$$

Keterangan :  $G$  = Waktu generasi (jam)

$t$  = Waktu mencapai populasi maksimum (hari)

$Nt$  = Kepadatan populasi pada waktu  $t$  (sel/ml)

$No$  = Kepadatan populasi awal inokulasi (sel/ml)

3,3 = Konversi  $\text{log}_2$  menjadi  $\text{log}_{10}$

### 3.2.4 Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran salinitas dan temperatur dilakukan dengan refraktometer ketelitian 0.5 ppt dan termometer ketelitian 0.1°C. Pengukuran pH media kultur digunakan dengan pH meter.

## 3.3 Metodologi

### 3.3.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi wadah kultur dilakukan dengan pencucian dengan sabun dan pasir pembersih. Setelah bersih langsung disemprotkan alkohol 70 %, kemudian dibiarkan kering udara dan ditutup dengan aluminium foil. Perlengkapan kultur seperti pipa kaca, karet penutup dan selang aerasi, setelah dicuci bersih direbus pada suhu 70°C - 100 °C selama 20 - 60 menit (Umebayashi, 1975).

Pada sterilisasi media kultur, setelah dilakukan penyaringan fisik dengan *pressure sand filter*, penyinaran UV, dan perebusan pada suhu 70°C - 100°C selama 20- 60 menit (Umebayashi, 1975 ).

Setelah media kultur siap, kemudian dimasukkan kedalam tabung erlenmeyer 1000 ml dengan volume tertentu.

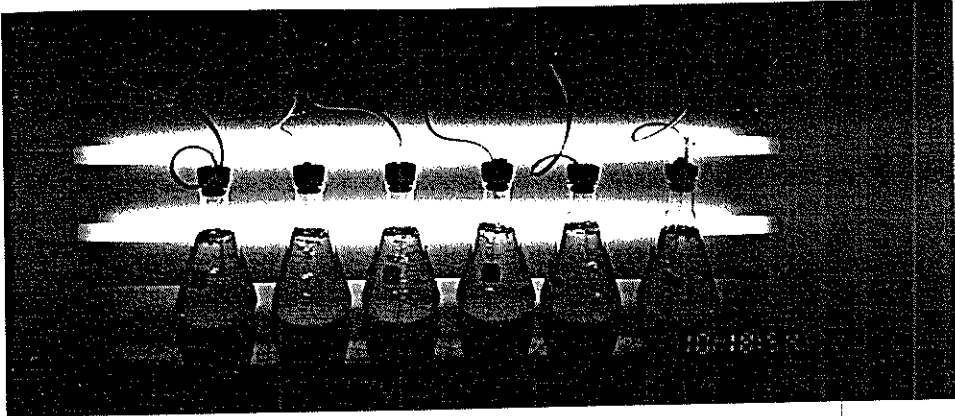
### 3.3.2 Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran temperatur, salinitas, dan pH media kultur dilakukan pengukuran setiap tiga hari sekali.

### 3.3.3 Kultur *Isochrysis galbana* klon Tahiti (T-Iso)

Kultur T-Iso dilakukan dalam tabung erlenmeyer 1000 ml dengan kepadatan awal 1 juta/ml dengan sumber penyinaran dari 2 buah lampu TL 40 watt dengan intensitas cahaya 5000 Lux. Salinitas media kultur adalah 27 ppt dan pada media kultur ditambahkan zeolit 150 ppm dengan dosis 1 ml/L

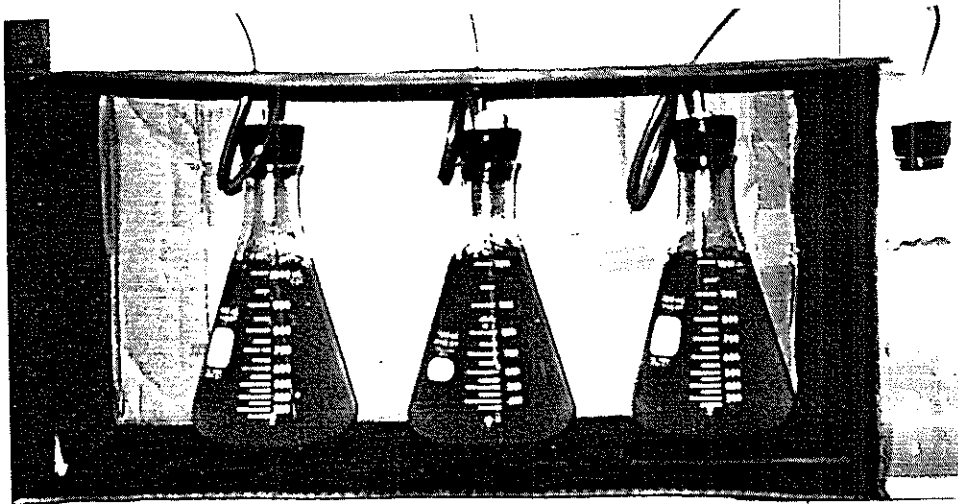
Pupuk komersial yang digunakan mengandung ZA ( $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  100  $\text{g/m}^3$ ), TSP ( $\text{Ca}_3\text{PO}_4$  30  $\text{g/m}^3$ ), Urea ( $(\text{NH}_2)_2 \text{CO}$  10  $\text{g/m}^3$ ), dan EDTA 5  $\text{g/m}^3$  dengan dosis yang diberikan adalah 1 ml/L.



Gambar 2. Setting alat kultur *Isochrysis galbana* klon Tahiti (T-Iso).

### 3.3.4 Perlakuan Penelitian

Periode penyinaran yang diuji adalah 4 macam waktu terang gelap (L:D) yaitu L:D. =12 : 12, L:D.= 16 : 8, L:D.=20 : 4, L:D.=24 : 0. Dari periode penyinaran tersebut diatas akan dicari periode penyinaran yang paling baik (optimal) untuk pertumbuhan T-Iso. Untuk perlakuan waktu gelap dilakukan penutupan dengan kotak karton dengan aerasi tetap diberikan.



Gambar 3. Perlakuan penelitian pada periode gelap.

### 3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Model umum rancangan yang digunakan menurut Steel and Torie (1991) adalah

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \Sigma_{ij}$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  = Data pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

$\mu$  = Nilai tengah data

$\alpha_i$  = Pengaruh Perlakuan ke-i

$\Sigma_{ij}$  = Galat percobaan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Pada percobaan ini perlakuan yang diberikan adalah empat perlakuan dengan tiga kali ulangan :

- Perlakuan A : Periode Penyinaran L : D = 12 : 12
- Perlakuan B : Periode Penyinaran L : D = 16 : 8
- Perlakuan C : Periode Penyinaran L : D = 20 : 4
- Perlakuan D : Periode Penyinaran L : D = 24 : 0

### 3.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan adalah dengan pendekatan statistika melalui *analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf nyata  $\alpha = 0,05$ . Untuk mengetahui nyata tidaknya pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dilakukan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Tukey dengan rumus :

$$BNJ = t \propto \sqrt{\frac{S^2}{r}}$$

$$S^2 = \frac{JKT}{db \text{ Total}}$$

syarat jika  $BNJ >$  nilai rataan data, maka berbeda nyata

$BNJ \leq$  nilai rataan data, maka tidak berbeda nyata

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Kepadatan Populasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti.

Pertumbuhan populasi sel *Isochrysis galbana* ditandai dengan penambahan jumlah sel pada populasi yang teramati selama penelitian. Dari kepadatan awal sebesar satu juta sel/ml, tiap-tiap perlakuan mencapai puncak kepadatan populasi dan hari mencapai kepadatan populasi maksimum yang berlainan. Secara lengkap disajikan dalam Lampiran 1.

Data kepadatan populasi rata-rata *Isochrysis galbana* klon Tahiti tersaji pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Kepadatan rata-rata populasi sel *Isochrysis galbana* pada lama penyinaran yang berbeda selama 16 hari kultur

Hari-ke-	Kepadatan populasi ( $10^4$ sel/ml) <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti tiap perlakuan L : D (jam)			
	12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0
0	100.00	100.00	100.00	100.00
1	80.67	95.00	88.83	87.17
2	117.33	140.67	155.33	141.67
3	91.17	130.67	165.50	228.00
4	108.30	158.83	188.83	224.67
5	166.17	181.33	217.67	271.67
6	144.33	198.83	237.83	391.17
7	243.83	245.83	258.83	450.17
8	198.33	229.33	263.17	536.33
9	192.00	282.50	277.50	540.37
10	182.50	448.00	505.17	886.25
11	163.00	511.67	564.90	1006.33
12	343.83	339.17	565.00	1178.75
13	408.75	313.52	520.13	1008.2
14	455.51	275.51	343.34	562.75
15	430.00	244.00	330.00	510.00
16	249.50	211.75	300.10	456.45

Pengaruh dari masing-masing perlakuan terhadap kepadatan populasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti diketahui dengan melakukan sidik ragam pada waktu

pencapaian populasi maksimal sel *Isochrysis galbana* klon Tahiti. Dari Tabel 3 berikut ini disajikan waktu pencapaian populasi maksimum untuk masing-masing perlakuan.

Tabel 3. Waktu pencapaian populasi maksimum (hari) untuk masing-masing perlakuan

Ulangan	Waktu pencapaian populasi maksimum T-Iso (hari) untuk setiap perlakuan L : D ( jam )				Total
	12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0	
1	14	11	11	12	
2	14	11	12	12	
3	14	12	12	12	
Jumlah	42	34	37	36	149
Rataan	14 ± 0,00 <sup>a</sup>	11,33 ± 0,58 <sup>ab</sup>	12,33 ± 0,58 <sup>ab</sup>	12 ± 0,00 <sup>b</sup>	49,67

Hasil sidik ragam yang dilakukan terhadap waktu pencapaian populasi maksimal sel *Isochrysis galbana* klon Tahiti menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ( $P < 0.05$ ) terhadap waktu pencapaian populasi maksimum sel *Isochrysis galbana*. Pada uji lanjutan BNJ Tukey menghasilkan bahwa perlakuan L:D=24:0 berbeda dengan perlakuan lainnya. (Lampiran 2).

Tabel 4. Kepadatan populasi maksimum sel *Isochrysis galbana* ( $10^4$  sel/ml) untuk masing-masing perlakuan

Ulangan	Kepadatan populasi maksimum T-Iso ( $10^4$ sel/ml) setiap perlakuan L : D (jam)				Total
	12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0	
1	457.5	510	481	1178,75	
2	443.5	607.5	745	1120	
3	465,53	577.5	585	1237.5	
Jumlah	1366,53	1695	1811	3536,25	8408,78
Rataan	455,51 ± 11,15 <sup>a</sup>	565 ± 49,94 <sup>a</sup>	603,67 ± 132,99 <sup>a</sup>	1178,75 ± 58,75 <sup>b</sup>	2802,93

Hasil sidik ragam yang dilakukan terhadap kepadatan populasi maksimum *Isochrysis galbana* klon Tahiti menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata

( $P < 0.05$ ) terhadap kepadatan populasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti. Pada uji lanjutan BNJ Tukey memberikan hasil bahwa perlakuan L:D=24:0 berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. (Lampiran 3).

Untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan, maka dilakukan sidik ragam dan uji lanjutan BNJ Tukey pada kepadatan populasi terhadap tiap-tiap perlakuan pada saat pencapaian populasi maksimumnya.

A. Populasi maksimum *Isochrysis galbana* klon Tahiti pada perlakuan L:D=12:12 (jam).

Data kepadatan populasi maksimal pada perlakuan 12 jam penyinaran yaitu pada hari ke- 14 kultur, dan berikut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kepadatan populasi sel *Isochrysis galbana* ( $10^4$  sel/ml) setiap perlakuan pada saat perlakuan L:D =12:12 (jam) mencapai kepadatan populasi maksimum

Ulangan	Kepadatan populasi sel <i>Isochrysis galbana</i> ( $10^4$ sel/ml) setiap perlakuan L:D (jam).				Total
	12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0	
1	457,5	230	229,7	562,75	
2	443,5	249	434,3	458	
3	465,53	347,53	366,02	667,5	
Jumlah	1366,53	826,53	1030,02	1688,25	4911,33
Rataan	455,51 $\pm 11,15^{ab}$	275,51 $\pm 63,09^a$	343,34 $\pm 104,17^a$	562,75 $\pm 104,75^{ab}$	1637,11

Hasil sidik ragam kepadatan populasi maksimum sel *Isochrysis galbana* pada perlakuan 12 jam penyinaran menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap kepadatan populasi sel *Isochrysis galbana* klon Tahiti ( $P < 0.05$ ). Pada uji lanjutan BNJ Tukey hasil yang didapat adalah perlakuan L:D=12:12 tidak berbeda nyata dengan perlakuan L:D=24:0, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. (Lampiran 4).



B. Populasi maksimum *Isochrysis galbana* klon Tahiti pada perlakuan L:D=16:8 (jam).

Pada perlakuan 16 jam penyinaran, data kepadatan populasi maksimum dicapai pada hari ke-11 kultur. Dalam Tabel 6 disajikan data untuk tiap-tiap ulangannya.

Tabel 6. Kepadatan populasi sel *Isochrysis galbana* ( $10^4$  sel/ml) setiap perlakuan pada saat perlakuan LD =16:8 (jam) mencapai kepadatan populasi maksimum.

Ulangan	Kepadatan populasi sel <i>Isochrysis galbana</i> ( $10^4$ sel/ml) setiap perlakuan L:D (jam).				Total
	12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0	
1	242,5	510	365	984	
2	159	607,5	745	972,5	
3	87,5	417,5	585	1062,49	
Jumlah	489	1535	1695	3018,99	6737,99
Rataan	163 $\pm 77,58^a$	511,67 $\pm 95,01^b$	565 $\pm 190,79^b$	1006,33 $\pm 48,97^{bc}$	2246

Dari hasil sidik ragam kepadatan maksimum populasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti pada perlakuan 16 jam penyinaran menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap kepadatan populasi sel *Isochrysis galbana* klon Tahiti ( $P < 0.05$ ). Uji lanjutan menghasilkan perlakuan L:D=16:8 tidak berbeda nyata dengan perlakuan L:D=20:4, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. (Lampiran 5).

C. Populasi maksimum *Isochrysis galbana* klon Tahiti pada perlakuan L:D=20:4 (jam) dan perlakuan L:D=24:0 (jam).

Pada hari ke-12 kultur, kepadatan maksimum populasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti dicapai pada perlakuan 20 jam penyinaran sebesar  $565 \times 10^4$  sel/ml dan pada perlakuan 24 jam penyinaran sebesar  $1178.75 \times 10^4$  sel/ml. Data lengkap tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Kepadatan populasi sel *Isochrysis galbana* ( $10^4$  sel/ml) setiap perlakuan pada saat perlakuan LD =20:4 (jam) dan L:D=24:0 (jam) mencapai kepadatan populasi maksimum

Ulangan	Kepadatan populasi sel <i>Isochrysis galbana</i> ( $10^4$ sel/ml) setiap perlakuan L:D (jam)				Total
	12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0	
1	291,5	352,5	481	1178,75	
2	375	87,5	692	1120	
3	365,5	577,5	520,5	1237,5	
Jumlah	1031,5	1017,5	1693,5	3536,25	7278,75
Rataan	343,83 $\pm 45,71^a$	339,17 $\pm 245,27^a$	564,5 $\pm 112,17^a$	1178,75 $\pm 58,75^b$	2426,25

Sidik ragam yang dilakukan memberikan hasil bahwa kepadatan populasi maksimal *Isochrysis galbana* klon Tahiti pada penyinaran 20 jam penyinaran dan 24 jam penyinaran menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap kepadatan populasi sel *Isochrysis galbana* klon Tahiti ( $P < 0.05$ ). Sementara uji lanjutan mendapatkan hasil bahwa perlakuan L:D=20:4 tidak berbeda dengan perlakuan L:D=12:12 dan L:D=16:8, sedangkan perlakuan L:D=24:0 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. (Lampiran 6).

#### 4.1.2 Laju Pertumbuhan Spesifik dan Waktu Generasi

Pada perhitungan laju pertumbuhan spesifik *Isochrysis galbana* klon Tahiti didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 8. Laju pertumbuhan spesifik *Isochrysis galbana* klon Tahiti (penggandaan/hari) pada perlakuan lama penyinaran berbeda.

Ulangan	Laju Pertumbuhan Spesifik T-Iso (penggandaan/hari) pada perlakuan L : D (jam)				Total
	12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0	
1	0,1567	0,2137	0,2060	0,2966	
2	0,1535	0,2366	0,2414	0,2904	
3	0,1585	0,2108	0,2124	0,3024	
Jumlah	0,4687	0,6611	0,6598	0,8894	2,6790
Rataan	0,1562 $\pm 2,5$ $\times 10^{-3a}$	0,2204 $\pm 14,1$ $\times 10^{-3b}$	0,2199 $\pm 6,0$ $\times 10^{-3b}$	0,2965 $\pm 18,9$ $\times 10^{-3bc}$	0,8930

Pada analisis ragam didapatkan hasil bahwa perlakuan berpengaruh nyata pada laju pertumbuhan *Isochrysis galbana* klon Tahiti ( $P < 0.05$ ). Pada uji lanjutan BNJ Tukey memberikan hasil bahwa perlakuan L:D=24:0 berbeda nyata dengan semua perlakuan. (Lampiran 7).

Pada perhitungan waktu generasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti, data tiap-tiap ulangan tersaji sebagai berikut:

Tabel 9. Waktu generasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti (jam) pada perlakuan lama penyinaran berbeda

Ulangan	Waktu Generasi T-Iso (jam) pada perlakuan L : D (Jam)				Total
	12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0	
1	154,1784	113,0616	116,5008	81,4300	
2	157,3992	102,1008	99,4032	83,1792	
3	152,4360	114,6000	113,0064	79,8792	
Jumlah	464,0136	329,7624	328,9104	244,4884	1367,1748
Rataan	154,6712 $\pm 2,52^a$	109,9208 $\pm 6,82^b$	109,6368 $\pm 9,03^b$	81,4961 $\pm 1,65^{bc}$	455,7249

Dari analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap waktu generasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti ( $P < 0.05$ ). Uji lanjutan mendapatkan hasil bahwa perlakuan L:D=24:0 berbeda nyata dengan semua perlakuan. (Lampiran 8).

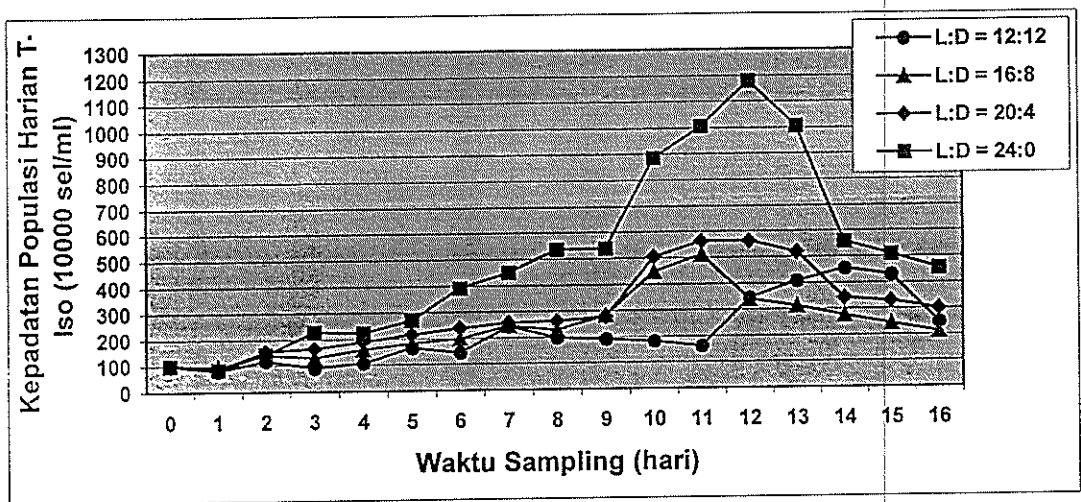
#### 4.1.3 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian adalah suhu, salinitas dan pH media kultur. Hasil pengukuran untuk parameter suhu berkisar antara 24.9°C – 26.9°C (Lampiran 9). Sedangkan untuk parameter salinitas dan pH memiliki nilai yang cenderung meningkat selama penelitian yaitu berlisar antara 27 ppt – 28 ppt (Lampiran 10) dan 7.2 – 8.0 (Lampiran 11).

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Kepadatan Populasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti.

Penanda pertumbuhan dari suatu kultur dapat dilihat dari pembelahan sel (penggandaan per hari) dan kepadatan populasinya (pertumbuhan relatif) (McVey, 1983). Dari pengamatan selama penelitian, kurva pertumbuhan dari masing-masing perlakuan tersaji pada Gambar 4.



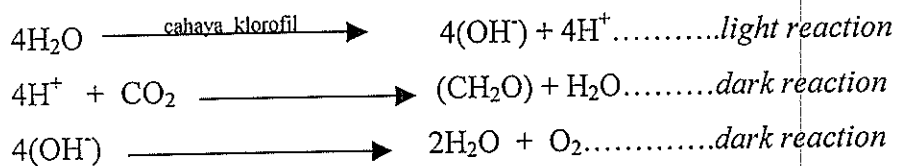
Gambar 4. Grafik pertumbuhan *Isochrysis galbana* klon Tahiti selama 16 hari kultur.

Peningkatan kepadatan populasi yang terjadi selama 16 hari kultur beragam. Pada fase adaptasi atau lag fase, menurut Fogg (1965) bahwa kondisi lingkungan yang baru akan sangat berpengaruh, termasuk lama penyinaran, salinitas dan nutrisi yang tersedia. Lamanya lag fase akan membuat alokasi energi lebih dipusatkan untuk penyesuaian diri terhadap lingkungan yang baru dan untuk *maintenance*. Akibatnya hanya sebagian kecil atau bahkan tidak ada energi yang dialokasikan untuk pertumbuhan. Dari segi waktu, lag fase akan menghambat dalam pencapaian puncak kepadatan dan kemungkinan kepadatan populasi puncak yang dicapai tidak terlalu tinggi.

Dari data kepadatan populasi sel *Isochrysis galbana* klon Tahiti yang disajikan pada Tabel 2 terlihat bahwa penyinaran 24 jam memberikan hasil kepadatan populasi tertinggi yang dicapai pada hari ke-12 kultur. Hal ini sesuai anjuran

Guillard (1975) yang menyatakan bahwa untuk stock kultur, penyinaran yang diberikan secara kontinyu (24 jam) atau minimal 14 jam waktu terang. Namun Hoff dan Snell (1989) menganjurkan minimal penyinaran adalah 16 jam terang.

Hall dan Rao (1987) menyebutkan bahwa reaksi fotosintesa terdiri dari dua mekanisme utama yaitu reaksi terang (*light reaction*) dan reaksi gelap (*dark reaction*). Dengan penyinaran 24 jam secara kontinyu, mengakibatkan terpacunya sel *Isochrysis galbana* klon Tahiti untuk berfotosintesa secara terus-menerus pada reaksi terang, sehingga hasil dari reaksi ini yang berlebih akan masuk pada reaksi gelap yang hasilnya adalah glukosa dan oksigen. Reaksi-reaksi yang terjadi dapat dilihat sebagai berikut.



Akibat terpacunya reaksi-reaksi dalam proses fotosintesa sehingga absorpsi nutrisi dalam media kultur juga sangat besar. Hal ini menjadikan kepadatan populasi sel *Isochrysis galbana* klon Tahiti dapat berlipat sampai 10 kali lipat dari densitas awal.

Fogg (1975) menyebutkan bahwa peningkatan populasi alga yang terjadi akan menyebabkan nutrisi berkurang sangat cepat dan berpengaruh terhadap penurunan laju pertumbuhan, serta dilanjutkan dengan fase stasioner dan fase kematian. Namun kematian setelah densitas maksimum terjadi, tidak hanya dikarenakan berkurangnya nutrisi, Roels (1978) menjelaskan antara lain pengendapan partikel-partikel nutrisi, laju penyerapan  $\text{CO}_2$  dan kemampuan fotosintesa yang menurun, perubahan pH media, *self shading*, *autoinhibition* oleh zat racun yang dihasilkan.

Pambudi (2001) menyebutkan bahwa *self shading* (penutupan diri sendiri) menyebabkan berkurangnya penetrasi cahaya yang masuk ke dalam media kultur sehingga proses fotosintesa tidak dapat berjalan dengan baik dan menyebabkan

tingginya tingkat kematian seperti yang terjadi pada perlakuan 24 jam penyinaran setelah hari ke-13 kultur.

Dari analisis keragaman kepadatan populasi sel *Isochrysis galbana* klon Tahiti, didapatkan bahwa semua perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan populasi ( $P < 0.05$ ). Uji lanjutan dengan BNT Tukey memperlihatkan perbedaan yang nyata pada perlakuan 24 jam penyinaran dengan perlakuan yang lain (Lampiran 3). Sedangkan pada analisis ragam untuk waktu mencapai puncak kepadatan diperoleh hasil bahwa perlakuan berpengaruh nyata pada ( $P < 0.05$ ) terhadap waktu mencapai kepadatan maksimum. (Lampiran 2).

#### 4.2.2 Laju Pertumbuhan Spesifik dan Waktu Generasi

Hasil rata-rata tertinggi yang didapat dari perhitungan laju pertumbuhan spesifik (dalam satuan pembelahan / hari) sebesar 0,2965 pada perlakuan 24 jam penyinaran. Hasil lainnya yaitu 0,2204; 0,2199; 0,1562 , berturut-turut pada perlakuan 16 jam penyinaran, 20 jam penyinaran, dan 12 jam penyinaran. Pada hasil tersebut terlihat bahwa perlakuan L:D=24:0 memiliki laju pertumbuhan spesifik tercepat. Namun Hur (1991) dalam Fulks dan Main (1992) menemukan sebesar 0,78 (pembelahan / hari).

Sedangkan pada perhitungan waktu generasi, berturut-turut dari perlakuan 24, 20, 16, dan 12 jam penyinaran nilai rata-ratanya adalah 81,4961; 109,6368; 109,9208; 154,6712 (dalam satuan jam). Perlakuan 24 jam penyinaran memberikan waktu generasi yang tercepat, hal ini berarti bahwa pada perlakuan ini sel *Isochrysis galbana* aktif membelah. Fogg (1960) mendapatkan nilai waktu generasinya sebesar 30,2 (jam) yang berarti lebih cepat dari hasil yang didapat pada penelitian ini. Perbedaan nilai ini diduga karena berbedanya medium yang digunakan, kondisi lingkungan, dan kondisi kultur.

#### 4.2.3 Parameter Kualitas Air

Hasil pengamatan temperatur menunjukkan bahwa temperatur kultur selama penelitian berkisar antara 24,9°C – 26,9°C. Fulks dan Main (1997) menyebutkan

bahwa kisaran temperatur untuk mikroalga antara 16°C – 27°C. Guillard (1975) menambahkan bahwa antara 21°C – 24°C adalah suhu optimum untuk kultur mikroalga. Kaplan *et al.*(1986) menjelaskan secara spesifik bahwa sel *Isochrysis galbana*, untuk mendapatkan hasil kultur yang tinggi dilakukan pada temperatur 27°C.

Pada pengamatan nilai pH media kultur selama penelitian berkisar antara 7,2 – 8,8. Nilai pH yang terjadi relatif naik, hal ini diduga akibat adanya CO<sub>2</sub> bebas dari system aerasi menjadi HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> untuk proses fotosintesa melalui enzim *carbonic anhydrase* yang terdapat pada permukaan tubuhnya, dimana bagi mikroalga pengguna CO<sub>2</sub> memiliki enzim ini di dalam selnya (Miyachi *et. al.* 1983 dalam De La Noue dan De Pauw, 1988). Namun nilai tersebut masih termasuk dalam kisaran nilai pH optimum untuk mikroalga yaitu antara 7,0 – 9,0 (Fulks dan Main, 1997). Kaplan *et al.*(1986) menjelaskan bahwa sel *Isochrysis galbana* dapat hidup baik pada selang nilai pH antara 5,0 – 9,0.

Sedangkan pada pengukuran salinitas selama penelitian antara 27 ppt – 28 ppt. Walaupun pada kultur ini diusahakan agar salinitas konstan pada nilai 27 ppt, namun adanya pengadukan dan penyinaran, evaporasi (penguapan) yang terjadi menyebabkan naiknya salinitas. Laing dan Utting (1980) menemukan bahwa salinitas yang optimal untuk sel *Isochrysis galbana* adalah antara 15 ppt – 25 ppt, namun pada penelitian pendahuluan menghasilkan salinitas yang optimal adalah 27 ppt. Kenaikan satu ppt ini masih dapat ditoleransi oleh sel *Isochrysis galabana*, hal ini dikarenakan sudah diadaptasikan di BBL Lampung pada salinitas 25 ppt- 30 ppt.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa pengaturan periode penyinaran mempengaruhi pertumbuhan. Penyinaran secara kontinyu (24 jam) menghasilkan kepadatan populasi tertinggi ( $1178.75 \times 10^4$  sel/ml), laju pertumbuhan spesifik tertinggi (0,2965 hari) dan waktu generasi tercepat (81,4961 jam).

### 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian tersebut, penulis menyarankan:

1. Untuk memproduksi diatom sebagai pakan alami pada kultur skala masal dianjurkan penyinaran yang diberikan secara kontinyu dengan tetap memperhatikan berbagai hal yang berkaitan dengan cahaya (seperti intensitas cahaya, lama penyinaran, spektrum dan panjang gelombang dan lainnya), densitas kultur, kedalaman dan nutrisi.
2. Perlunya dilakukan pengamatan kualitas sel dengan melihat kandungan klorofil-a dan kandungan biokimia dari tiap-tiap fase pertumbuhan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Borowitzka , M. A. and L. J. Borowitzka. 1998. *Micro-algal Biotechnology*. Cambridge University Press. Cambridge New York USA.
- Brown, M. R. 1991. The Amino-Acid and Sugar Composition of 16 Species of Microalgae Used in Mariculture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Vol 145. pp. 79-99.
- Caron, L., A. Mortain-Bertrand & H. Jupin, 1988. Effect of Photoperiod on Photosynthetic Characteristics of two Marine Diatoms . *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* , Vol 123, pp. 211-226.
- Chapman, V. J. And D. J. Chapman. 1973. *The Algae*. The University Press. Glasgow. London and Basingstoke.
- De La Noue, J. Dan Niels De Pauw. 1988. *The Potential Microalgal Biotechnology; A Review of Production and Uses of Microalgae. Dalam : Biotechnology*. Vol 6. Pergamon Press. London.
- Djarajah, A. S. 1995. *Pakan Ikan Alami*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fogg, G. E. 1960. *Algae Culture and Phytoplankton Ecology*. The University of Wisconsin Press. Madison. P :11-12.
- \_\_\_\_\_. 1965. *Algae Culture and Phytoplankton Ecology*. The University of Wisconsin Press. Madison.
- \_\_\_\_\_. 1975. *Algae Culture and Phytoplankton Ecology*. Biotechnology, 1st Ed. M. A. Borowitzka and T. Borowitzka (Eds). Cambridge University Press. Cambridge.
- Fulks, W. And K. L. Main. 1992. Rotifer and Microalgae Culture System. *Proceedings of a U.S. – Asia Workshop*. P:3-23.
- Goldman, J. C. 1979. Outdoor Algal Mass Cultures-II, Photosynthetic Yield Limitations. *Water Res.* 13:P 119-136
- Green, J. C. And R. N. Pienaar. 1977. The Taxonomy of The Order Isochrysidales (Pymnesiophyceae) with Spesial Reference to The Genera *Isochrysis* Parke, *Dicratreria* Parke and *Imantonia* Reynolds. *J. Mar. Biol. Assoc.* V. K. 57 : 7 – 17.

- Guillard, R. R. L. 1975. Culture of Phytoplankton for Feeding Marine Invertebrates. In W. L. Smith and H. H. Chanlay (Eds.). Culture of Marine Invertebrate Animal. Plenum Press, New York. pp. 29-60.
- Hadioetomo, R. S., T. Imas, S. S. Tjitrosomo, S. L. Angka, 1986. Dasar-Dasar Mikrobiologi 1. UI-Press. Jakarta. Hal 151 – 152.
- Hall, D. O. and K. K. Rao. 1987. Photosynthesis. 4<sup>th</sup> Edition. Edward Arnold Hoddeer and Stoughton Limited. London.
- Hirata, H. , I. Andariasa and S. Yamasaki. 1981. Effect of Salinity and Temperature on The Growth of Marine Phytoplankton *Chlorella saccharophila*. Mem. Fa. Fish., Kagoshima University. 30 : 257 – 262 p.
- Hoff, H. And T. W. Snell. 1989. Plankton Culture Manual. 2nd Edition. Florida Aqua Farms, Florida. 126p.
- Isnansetyo, A. Dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut. Kanisius. Yogyakarta. Hal : 5-32.
- Jorgensen, E. G. 1977. Photosynthesis. Pp 150 –168. in Burnett, J. H., et al., Ed., The Biology of Diatoms University of California Press. Berkeley, California 94720. 498 p.
- Kaplan, D., Z. Cohen and A. Abeliovich. 1986. Optimal Growth Conditions for *Isochrysis galbana*. Biomass. 9: 37-48.
- Laing, I. And S. D. Utting. 1980. The Influence of Salinity on the Production of two Commercially Important Unicellular Marine Algae. Aquaculture. 21: 79-86.
- Laven, P. And P. Sorgeloos. 1996. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAA-UN.
- Lewin, R. A. 1962. Physiology and Biotechnology of Algae. Academic Press. New York. London.
- Mc Vey, J. P. 1983. CRC Handbook of Mariculture Vol I Crustacean Aquaculture. CRC Series in Marine Science. In Moore, J. R. (Eds.). CRC. Press. Inc. Boca Raton. P : 3-15.
- Mudjiman, A. 1984. Makanan Ikan. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal : 23 – 25.

- Mustahal dan E. Danakusumah. 1986. Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chaetoceros simplex*. dalam Science Report of Mariculture Research and Development Project (ATA - 192) in Indonesia. Japan International Cooperation Agency. 444 hal.
- Parke, M. 1971. The Production of Calcareous Elements by Benthic Algae Belonging to The Class Haptophyceae (Chrysophyta). Proc. II. Planktonic Conf., Rome, 1970 (A. Farinacei, Ed), pp. 929 - 937.
- Pambudi, L. T. 2001. Pengaruh Sinar Merah dengan Panjang Gelombang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Kultur Murni *Chlorella* sp. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Raymont, J. E. G. 1963. Plankton and Productivity in Ocean. A Pergamon Press Book. The Mc-Millan Co, New York. 600 p.
- \_\_\_\_\_. 1980. Plankton and Productivity in Ocean. A Pergamon Press. Oxford. New York.
- Richmond, A., A. Vonshak and S. Arad. 1980. Environmental Limitations in Outdoor Production of Algal Biomass. In: G. Shelef and C. J. Soeder (Eds.). Algal Biomass. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, New York. Pp. 65-72.
- Roels, O. A., S. Laurence, M. W. Farmer and L. Van Hemelryck. 1977. Organic Production Potential of Artificial Upwelling Marine Culture. In: S. Schlegel and J. Barnea (Eds.). Microbial Energy Conversion. Pergamon. New York. pp. 69-81
- \_\_\_\_\_. 1978. Organic Production Potential of Artificial Upwelling Marine Culture. Process. Biochemistry, Feb. Vol: 12(2). P.18
- Spotte, S. 1979. Sea Water Aquarium, The Captive Environment. John Wiley and Son, Inc, New York.
- Steel, R. G. D. dan J. H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika. Suatu Pendekatan Biometrik. Edisi II. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Ukeles, R. 1971. Nutritional Requirements in Shellfish Culture. In: K. S. Price and D. L. Maurer (Eds.). University of Delaware, Newark, Delaware, New York. pp 43-64.
- Umabayashi, O. 1975. Practical Culture of Microalgae. In JICA Culture of Marine Life. Government of Japan, Tokyo.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kepadatan Populasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti pada lama penyinaran berbeda selama 16 hari kultur dengan kepadatan awal  $10^6$  sel/ml.

Hari ke-	Ulangan	Kepadatan populasi sel <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti ( $10^4$ sel/ml) pada perlakuan L : D (jam)			
		12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0
1	1	67.5	101	76.5	83
	2	99.5	84	100.5	84
	3	75	100	89.5	94.5
	rataan	80.67	95	88.83	87.17
2	1	126	115.5	173	142
	2	113.5	211.5	153	148.5
	3	112.5	99	140	134.5
	rataan	117.33	140.67	155.33	141.67
3	1	102	120.5	168.5	213
	2	98	176.5	162.5	226
	3	73.5	95	165.5	245
	rataan	91.17	130.67	165.5	228
4	1	98	160.5	195.49	148
	2	78	126.5	184	237.5
	3	149	189.5	187	288.5
	rataan	108.3	158.83	188.83	224.67
5	1	104	234	206.5	146.5
	2	237	145.5	182.5	285.5
	3	157.5	165.5	190	383
	rataan	166.17	181.33	217.67	271.67
6	1	146	232.99	259.5	294
	2	223	182.5	217	391
	3	64	181	237	488.5
	rataan	144.33	198.83	237.83	391.17

## Lanjutan Lampiran 1.

Hari ke-	Ulangan	Kepadatan populasi sel <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti ( $10^4$ sel/ml) pada perlakuan L. D (jam)			
		12 12	16 8	20 4	24 0
7	1	237	284.5	241	427.5
	2	235.5	233.5	275.5	466.5
	3	259	218	260.5	456.51
	rataan	243.83	245.33	258.83	450.17
8	1	178	226.5	247.5	531
	2	132	231.5	277	540
	3	285	231.5	265	537.49
	rataan	198.33	229.33	263.17	536.33
9	1	189.5	248.5	252	566.5
	2	191.5	288.5	314.5	558.37
	3	195	310.5	264	496.24
	rataan	192	282.5	277.5	540.37
10	1	251	504.5	478	886.25
	2	170.5	413.5	510	780
	3	126	426	527.5	992.5
	rataan	182.5	448	505.17	886.25
11	1	242.5	510	481	984
	2	159	607.5	692	972.5
	3	87.5	417.5	520.5	1062.49
	rataan	163	511.67	564.9	1006.33
12	1	291	352.5	365	1178.75
	2	375	87.5	745	1120
	3	365.5	577.5	585	1237.5
	rataan	343.33	339.17	565	1178.75

## Lanjutan Lampiran 1.

Hari ke-	Ulangan	Kepadatan populasi sel <i>Isochrysis galbana</i> klon Tahiti (10 <sup>3</sup> sel/ml) pada perlakuan L. D (jam)			
		12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0
13	1	415	327.86	365.8	924
	2	402.5	312.2	678.5	1000
	3	408.75	300.5	515.7	1100.6
	rataan	408.75	313.52	520.13	1008.2
14	1	457.5	230	229.7	562.75
	2	443.5	249	434.3	458
	3	465.53	347.53	366.02	667.5
	rataan	455.51	275.51	343.34	562.75
15	1	439.55	210	301	510
	2	420.45	220	357	520
	3	430	302	332	500
	rataan	430	244	330	510
16	1	272.9	199.6	290.1	499.91
	2	241.88	220.25	299.7	475.1
	3	233.67	215.4	310.5	444.34
	rataan	249.5	211.75	300.1	456.45

Lampiran 2. Analisis ragam dari waktu mencapai puncak kepadatan populasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel
Perlakuan	3	18.667	6.222	37.333*	4.07
Galat	8	1.333	0.167		
Total	11	20.000			

Uji BNJ Tukey

$$\begin{aligned}
 W &= q_{0.05}(p, fe) \cdot s_y \\
 &= q_{0.05}(4, 8) \sqrt{(KTS/3)} \\
 &= 4.53 \times 0.2363 \\
 &= 1.0704
 \end{aligned}$$

	10.67	11.33	12.00	14.00
10.67	-	0.6667	1.3333*	3.3333*
11.33	0.6667	-	0.6667	2.6667*
12.00	1.3333*	0.6667	-	2.0000*
14.00	3.3333*	2.6667*	2.0000*	-
* Beda nyata				



Lampiran 3. Analisis ragam dari kepadatan populasi maksimum *Isochrysis galbana* klon Tahiti.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel
Perlakuan	3	950024.32	316674.772	52.504*	4.07
Galat	8	48251.892	6031.487		
Total	11	998276.21			

Uji BNJ Tukey

$$\begin{aligned}
 W &= q_{0.05}(p, fe) \cdot s_y \\
 &= q_{0.05}(4, 8) \sqrt{(KTS/3)} \\
 &= 4.53 \times 44.8385 \\
 &= 203.1186
 \end{aligned}$$

	455.51	565	602.67	1178.75
455.51	-	109.4900	147.1567	723.2400*
565	109.4900	-	37.6667	613.7500*
602.67	147.1567	37.6667	-	576.0833*
1178.75	723.2400*	613.7500*	576.0833*	-
* Beda nyata				

Lampiran 4. Analisis ragam dari kepadatan populasi maksimum *Isochrysis galbana* klon Tahiti pada perlakuan 12 jam penyinaran.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel
Perlakuan	3	143798.25	47932.750	7.395*	4.07
Galat	8	51856.700	6482.087		
Total	11	195654.95			

Uji BNJ Tukey

$$\begin{aligned}
 W &= q 0.05 (p, fe) sy \\
 &= q 0.05 (4, 8) \sqrt{(KTS/3)} \\
 &= 4.53 \times 46.4833 \\
 &= 210.5693
 \end{aligned}$$

	455.51	275.51	343.34	562.75
455.51	-	180.0000	112.1700	107.2400
275.51	180.0000	-	67.8300	287.2400*
343.34	112.1700	67.8300	-	219.4100*
562.75	107.2400	287.2400*	219.4100*	-
* Beda nyata				

Lampiran 5. Analisis ragam dari kepadatan populasi maksimum *Isochrysis galbana* klon Tahiti pada perlakuan 16 jam penyinaran.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel
Perlakuan	3	1077514.8	359171.590	26.682*	4.07
Galat	8	107687.71	13460.964		
Total	11	1185202.5			

Uji BNJ Tukey

$$\begin{aligned}
 W &= q_{0.05}(p, fe) \cdot s_y \\
 &= q_{0.05}(4, 8) \sqrt{(KTS/3)} \\
 &= 4.53 \times 66.9850 \\
 &= 303.4420
 \end{aligned}$$

	163	511.67	565	1006.33
163	-	348.6667*	402.000*	843.3300*
511.67	348.6667*	-	53.3333	494.6633*
565	402.0000*	53.333	-	441.3300*
1006.33	843.3300*	494.6633*	441.3300*	-
* Beda nyata				

Lampiran 6. Analisis ragam dari kepadatan populasi maksimum *Isochrysis galbana* klon Tahiti pada perlakuan 20 jam penyinaran dan 24 jam penyinaran.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel
Perlakuan	3	1408822.1	469607.380	23.996*	4.07
Galat	8	156563.79	19570.474		
Total	11	1565385.9			

Uji BNJ Tukey

$$\begin{aligned}
 W &= q_{0.05}(p, fe) \cdot s_y \\
 &= q_{0.05}(4, 8) \sqrt{(KTS/3)} \\
 &= 4.53 \times 80.7817 \\
 &= 365.9412
 \end{aligned}$$

	343.83	339.17	564.5	1178.75
343.83	-	4.8333	220.5000	834.7500*
339.17	4.8333	-	225.3333	839.5833*
564.5	220.5000	225.3333	-	614.2500*
1178.75	834.7500*	839.5833*	614.2500*	-
* Beda nyata				

Lampiran 7. Analisis ragam laju pertumbuhan spesifik *Isochrysis galbana* klon Tahiti.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel
Perlakuan	3	0,0296	0,0099	66,02751*	4.07
Galat	8	0,0012	0,0001		
Total	11	0,0308			

Uji BNJ Tukey

$$\begin{aligned}
 W &= q 0.05 (p, fe) sy \\
 &= q 0.05 (4, 8) \sqrt{(KTS/3)} \\
 &= 4.53 \times 5,7735 \times 10^{-3} \\
 &= 0.0262
 \end{aligned}$$

	0.1562	0.2204	0.2403	0.2965
0.1562	-	0.0642*	0.0841*	0.1403*
0.2204	0.0642*	-	0.0199	0.0761*
0.2403	0.0841*	0.0199	-	0.0562*
0.2965	0.1403*	0.0761*	0.0562*	-
* Beda nyata				

Lampiran 8. Analisis ragam waktu generasi *Isochrysis galbana* klon Tahiti.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel
Perlakuan	3	8238,9190	2746,3063	80,1140*	4.07
Galat	8	274,2397	34,2800		
Total	11	8513,1587			

## Uji BNJ Tukey

$$\begin{aligned}
 W &= q_{0.05}(p, fe) \cdot s_y \\
 &= q_{0.05}(4, 8) \sqrt{(KTS/3)} \\
 &= 4.53 \times 3,3803 \\
 &= 15,3128
 \end{aligned}$$

	154.6712	109.9208	101.0176	81.5048
154.6712	-	44.7504*	53.6536*	73.1664*
109.9208	44.7504*	-	8.9032	28.4160*
101.0176	53.6536*	8.9032	-	19.5128*
81.5048	73.1664*	28.4160*	19.5128*	-
*Beda nyata				

Lampiran 9. Pengamatan suhu harian media kultur *Isochrysis galbana* klon Tahiti selama 16 hari kultur.

Hari ke	Ulangan	Suhu masing-masing perlakuan L . D (jam)			
		12 . 12	16 . 8	20 . 4	24 . 0
1	1	25.5	25.5	25.0	25.0
	2	25.5	25.5	25.0	25.0
	3	25.5	25.5	25.0	25.0
4	1	25.5	25.5	25.5	25.8
	2	25.3	25.7	25.3	25.7
	3	25.3	25.8	25.5	25.5
7	1	25.3	25.5	25.0	25.5
	2	25.5	25.5	25.0	25.0
	3	25.0	25.5	25.2	25.0
10	1	25.5	25.3	25.2	25.0
	2	25.5	25.5	25.2	25.0
	3	25.2	25.3	25.5	24.9
13	1	25.2	25.2	25.0	25.4
	2	25.2	25.5	25.5	25.4
	3	25.2	25.5	25.5	25.0
16	1	25.8	26	26.9	26.8
	2	25.8	26	26.9	26.9
	3	25.7	26	26.9	26.9

Lampiran 10. Pengamatan salinitas harian media kultur *Isochrysis galbana* klon Tahiti selama 16 hari kultur.

Hari ke-	Ulangan	Salinitas (ppt) masing-masing perlakuan L.D (jam)			
		12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0
1	1	27,0	27,0	27,0	27,0
	2	27,0	27,0	27,0	27,0
	3	27,0	27,0	27,0	27,0
4	1	27,0	27,0	27,0	27,0
	2	27,0	27,0	27,0	27,0
	3	27,0	27,0	27,0	27,0
7	1	27,0	27,0	27,0	27,5
	2	27,0	27,5	27,5	27,0
	3	27,0	27,0	28,0	27,0
10	1	27,0	27,0	28,0	27,5
	2	27,0	27,5	27,5	27,5
	3	27,5	27,0	28,0	27,0
13	1	27,5	28,0	28,0	28,0
	2	27,5	28,0	28,0	27,5
	3	27,5	27,5	28,0	27,5
16	1	27,5	28,0	28,0	28,0
	2	27,5	28,0	28,0	27,5
	3	28,0	27,5	28,0	27,5



Lampiran 11. Pengamatan pH harian media kultur *Isochrysis galbana* klon Tahiti selama 16 hari kultur.

Hari ke-	Ulangan	Nilai pH masing-masing perlakuan L.D (jam)			
		12 : 12	16 : 8	20 : 4	24 : 0
1	1	8.20	8.00	7.40	7.70
	2	8.10	8.10	8.00	7.50
	3	7.90	7.50	8.10	7.20
4	1	8.19	8.20	7.80	8.20
	2	8.10	8.29	8.10	7.90
	3	8.30	7.80	8.30	7.90
7	1	8.60	8.20	8.10	8.40
	2	8.40	8.50	8.40	8.30
	3	8.30	8.30	8.58	8.00
10	1	8.40	8.31	8.20	8.57
	2	8.60	8.45	8.44	8.41
	3	8.19	8.32	8.40	8.50
13	1	8.69	8.38	8.37	8.70
	2	8.50	8.57	8.50	8.70
	3	8.30	8.40	8.50	8.69
16	1	8.70	8.39	8.40	8.70
	2	8.50	8.58	8.59	8.80
	3	8.40	8.58	8.80	8.70

