



**PERTUMBUHAN *Tetraselmis chuii* PADA MEDIUM AIR LAUT DENGAN
INTENSITAS CAHAYA, LAMA PENYINARAN DAN JUMLAH
INOKULAN YANG BERBEDA PADA SKALA
LABORATORIUM**

SKRIPSI

Oleh
Agustin Eka Pujiono
NIM. 071810401049

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**PERTUMBUHAN *Tetraselmis chuii* PADA MEDIUM AIR LAUT DENGAN
INTENSITAS CAHAYA, LAMA PENYINARAN DAN JUMLAH
INOKULAN YANG BERBEDA PADA SKALA
LABORATORIUM**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Biologi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh
Agustin Eka Pujiono
NIM. 071810401049

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Joko Pujiono dan Ibunda Yuniartiningsih tercinta yang telah memberikan kepercayaan dan doa;
2. Mbah Kakung dan Mbah Putri yang selalu memberikan dukungan spiritual, semangat, cinta dan kasih sayang, serta penerapan tentang iman dalam menyelesaikan segala tantangan kehidupan;
3. guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTO

“Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”

(QS. Al-A'raf: 56)*

“Sepiro gedhening sengsoro yen tinompo among dadi cobo”

(Falsafah PSHT)**

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al Qur'an dan Terjemahnya*. Bandung: CV Penerbit Jumanatul Ali-ART (J-ART).

***) Falsafah Persaudaraan Setia Hati Terate. 1922. *Pedoman AD/ART Persaudaraan Setia Hati Terate*. Madiun: Setia.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agustin Eka Pujiono

NIM : 071810401049

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "Pertumbuhan *Tetraselmis chuii* Pada Medium Air Laut dengan Intensitas Cahaya, Lama Penyinaran dan Jumlah Inokulan yang Berbeda Pada Skala Laboratorium" adalah benar-benar hasil karya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Februari 2013

Yang menyatakan,

Agustin Eka Pujiono

NIM 071810401049

SKRIPSI

**PERTUMBUHAN *Tetraselmis chuii* PADA MEDIUM AIR LAUT DENGAN
INTENSITAS CAHAYA, LAMA PENYINARAN DAN JUMLAH
INOKULAN YANG BERBEDA PADA SKALA
LABORATORIUM**

Oleh
Agustin Eka Pujiono
NIM 071810401049

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Moh. Imron Rosyidi, M.Sc.
Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Rudju Winarsa, M.Kes.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul ” Pertumbuhan *Tetraselmis chuii* Pada Medium Air Laut dengan Intensitas Cahaya, Lama Penyinaran dan Jumlah Inokulan yang Berbeda Pada Skala Laboratorium” telah diuji dan disahkan pada:

Hari :

Tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji :

Ketua,

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Moh. Imron Rosyidi, M.Sc.
NIP 196205051988021001

Drs. Rudju Winarsa, M.Kes.
NIP 196008161989021001

Anggota I,

Anggota II,

Prof. Dr. Sudarmadji, MA, Ph.D.
NIP 1950055071982121001

Dra. Dwi Setyati, M.Si.
NIP 196404171991032001

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Pertumbuhan *Tetraselmis chuii* Pada Medium Air Laut dengan Intensitas Cahaya, Lama Penyinaran dan Jumlah Inokulan yang Berbeda Pada Skala Laboratorium; Agustin Eka Pujiono; 071810401049; 2013; 34 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Sumber daya akuatik mampu menghasilkan bahan pangan dari organisme autotrof maupun heterotrof. Sumber daya akuatik yang paling besar ada di laut, sehingga budidaya laut merupakan lompatan usaha kedua untuk memenuhi kebutuhan pangan secara global setelah revolusi hijau dan bioteknologi. Usaha pengembangan budidaya laut tidak lepas dari tahap pembenihan. Pembenihan ikan dan non-ikan laut sangat membutuhkan pakan alami. Peranan pakan alami tidak dapat digantikan oleh pakan buatan yang ada pada saat ini. Namun tidak semua pakan alami di alam baik dikonsumsi oleh larva ikan maupun non-ikan. Ada beberapa jenis plankton yang bersifat toksik ataupun pakan alami yang tercemari oleh logam berat berbahaya. Oleh karena itu perlu dilakukan kultur pakan alami. Salah satu jenis pakan alami yang dapat digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan pakan budidaya yaitu fitoplankton jenis *Tetraselmis chuii*. Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh *Tetraselmis chuii* antara lain ketersediaannya secara alami di alam dan memiliki ukuran yang sesuai dengan bukaan mulut larva, memiliki pergerakan yang mampu memberikan rangsangan bagi ikan atau udang untuk memangsanya. Penyediaan *T. chuii* secara terus menerus sangat sukar jika hanya mengumpulkan dari alam. Untuk itu produksi masal pakan alami ini harus dilakukan secara baik dengan tanpa mengesampingkan faktor pendukung seperti nutrisi dan cahaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui intensitas cahaya, jumlah sel inokulan yang efektif dalam kultur *T. chuii* serta interaksi antara intensitas dan jumlah sel inokulan dalam kultur *T. chuii* dalam kultur skala laboratorium pada medium air laut.

Penelitian ini disusun dengan menggunakan Pola Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas dua faktor. Faktor pertama intensitas cahaya (I) yang terdiri atas I1 (4000 lux), I2 (5000 lux), I3 (6000 lux), I4 (8000 lux), I5 (10000 lux), dan I6 (12000 lux). Faktor kedua adalah lama penyinaran (L) yang terdiri atas L0 (0 hari), L1 (1 hari), L3 (3 hari), L4 (4 hari), L5 (5 hari), L6 (6 hari), L7 (7 hari), L8 (8 hari), L9 (9 hari), dan L10 (10 hari). Kedua faktor perlakuan tersebut diberikan pada jumlah sel inokulan (G) yang berbeda yaitu G1 ($1,0 \times 10^5$ sel/ml), G2 ($2,1 \times 10^5$ sel/ml) dan G3 ($0,8 \times 10^5$ sel/ml). Penentuan sel inokulan didasarkan pada hasil aklimatisasi kultur pada hari ke-7.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Intensitas cahaya (I) berpengaruh terhadap pertumbuhan sel *T. chuii* dalam kultur skala laboratorium pada medium air laut. Sedangkan jumlah sel inokulan (G) dan interaksi antara I dan G tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penambahan jumlah sel *T. chuii* dalam kultur skala laboratorium. Pengaruh yang diberikan oleh Intensitas cahaya (I) dapat dilihat dari fase dan laju pertumbuhan sel *T. chuii*. Intensitas cahaya yang paling efektif digunakan dalam kultur sel *T. chuii* adalah I2 yaitu 5000 lux, pada kelompok G2 dengan jumlah sel $2,4 \times 10^5$ sel/ml. Peningkatan intensitas cahaya s/d 12000 lux (I6) cenderung untuk menghambat pertumbuhan sel *T. chuii* dengan jumlah sel $0,0 \times 10^5$ sel/ml pada ketiga kelompok yaitu G1, G2 dan G3.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pertumbuhan *Tetraselmis chuii* Pada Medium Air Laut dengan Intensitas Cahaya, Lama Penyinaran dan Jumlah Inokulan yang Berbeda Pada Skala Laboratorium”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Moh. Imron Rosyidi, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Drs. Rudju Winarsa, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini dari awal hingga selesai;
2. Bapak Prof. Dr. Sudarmadji, MA, Ph. D., dan Ibu Dra. Dwi Setyati, M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingannya dalam penulisan skripsi ini; serta Bapak Drs. Siswanto M.Si. selaku Dosen Wali yang telah membimbing mulai dari awal hingga akhir perkuliahan;
3. Bapak Dr. Hidayat Teguh W.M.Pd. dan Ibu Esti Utarti, SP, M.Si. yang telah memberikan arahan dan bimbingannya mengenai analisis statistik dalam menyelesaikan skripsi ini, serta Ibu Endang selaku teknisi laboratorium mikrobiologi FMIPA UNEJ;
4. Ayahanda Joko Pujiono dan Ibunda Yuniartiningsih tercinta yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesainya skripsi ini;
5. bapak dan ibu dosen, serta seluruh staf di lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, atas segala keikhlasan hati membantu penulis selama dalam masa perkuliahan;

6. semua sahabat-sahabatku: Karisma, Saniatur, Rini, Deni Febrianto dan Ahmad Dian Bahtiar. Terima kasih telah menemani dan memberi semangat untuk terus maju.
7. Pelatihku dr. Jayus Inastiyawan dan saudara-saudaraku Persaudaraan Setia Hati Terate Komisariat Universitas Jember: Alfa, Robi, Didik, Achu, Evi, Wahyu, Pepi, Sunda serta seluruh teman-teman di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Jember, terima kasih atas kebersamaan, persaudaraan dan tempat berbagi suka dan duka;
8. semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Februari 2013

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biologi <i>Tetraselmis chuii</i>	4
2.2 Laju Pertumbuhan <i>Tetraselmis chuii</i>	6
2.3 Intensitas Cahaya	8
2.4 Nutrien	9
2.5 Kultivasi Mikroalga di Laboratorium	9
2.6 Hipotesis	10
BAB 3. METODE PENELITIAN	11
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.2 Alat dan Bahan penelitian	11

3.3 Prosedur Penelitian	11
3.3.1 Rancangan Penelitian	11
3.3.2 Metode Kerja	13
3.3.2.1 Preparasi Alat dan Bahan	13
3.3.2.2 Pembuatan Medium Kultur	14
3.3.2.3 Aklimatisasi	14
3.3.2.4 Pengaturan Intensitas Cahaya	14
3.3.2.5 Perlakuan Kultur <i>Tetraselmis chuii</i>	15
3.4 Pencatatan Data	17
3.5 Analisis Data	18
3.5.1 Fase Pertumbuhan <i>Tetraselmis chuii</i>	18
3.5.2 Perhitungan laju Pertumbuhan <i>Tetraselmis chuii</i>	18
3.5.3 Analisis Statistik	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Fase Pertumbuhan <i>T. chuii</i>	20
4.2 Laju Pertumbuhan <i>T. chuii</i>	26
4.3 Analisis Statistik	28
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Kombinasi perlakuan	12
3.2 Komposisi pupuk Walne.....	13
4.1 Hasil analisis statistic menggunakan <i>GLM</i> <i>Univariate factor</i>	28
4.2 Uji Duncan pengaruh intensitas cahaya terhadap jumlah sel	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Morfologi <i>Tetraselmis chuii</i>	4
2.2 Daur hidup dan cara reproduksi <i>Tetraselmis chuii</i>	5
2.3 Pola Pertumbuhan <i>Tetraselmis chuii</i>	8
3.1 Pengaturan Intensitas cahaya	15
3.2 Skema perlakuan kultur <i>Tetraselmis chuii</i>	16
3.3 Pola kotakan dan contoh arah hitung Hemasitometer	18
4.1 Kurva pertumbuhan sel <i>Tetraselmis chuii</i> kelompok pertama (G1= 10×10^4 sel/ml) dengan intensitas 4000-12000 lux	20
4.2 Kurva pertumbuhan sel <i>Tetraselmis chuii</i> kelompok kedua (G2= 21×10^4 sel/ml) dengan intensitas 4000-12000 lux	23
4.3 Kurva pertumbuhan sel <i>Tetraselmis chuii</i> kelompok ketiga (G3= 8×10^4 sel/ml) dengan intensitas 4000-12000 lux	26
4.4 Laju pertumbuhan sel <i>Tetraselmis chuii</i> pada intensitas yang berbeda dalam G2 (jumlah sel $2,1 \times 10^5$ sel/ml)	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Tabel Aklimatisasi	35
B. Tabel Perlakuan	36
C. Data Laju Pertumbuhan	37
C.1 Laju Pertumbuhan Pada G1	37
C.2 Laju Pertumbuhan Pada G2	38
C.2 Laju Pertumbuhan Pada G3	39
D. Analisis Statistik	40
D.1 Analisis varian (<i>Univariate Analysis Variance</i>)	40
D.2 Analisis pengaruh tiap variabel terhadap jumlah sel	40
D.3 Analisis pengaruh tiap perlakuan (Intensitas) terhadap jumlah sel (Uji Duncan)	41
D.4 Analisis pengaruh tiap grup terhadap jumlah sel (Uji Duncan)	41

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber daya akuatik mampu menghasilkan bahan pangan dari organisme autotrof maupun heterotrof. Sumber daya akuatik yang paling besar ada di laut, sehingga budidaya laut merupakan lompatan usaha kedua untuk memenuhi kebutuhan pangan secara global setelah revolusi hijau dan bioteknologi. Beberapa keragaman hayati laut yang mulai dikembangkan dalam usaha budidaya khususnya di Indonesia antara lain berbagai jenis ikan kerapu (grouper), seperti *Ephinelus tauvina*, *E. malabaricus*, *E. suillus*. Selain itu juga dikembangkan jenis non-ikan seperti teripang, kerang-kerangan, udang dan lain sebagainya. Dengan demikian budidaya laut di Indonesia dapat dikembangkan secara leluasa karena memiliki keunggulan komparatif. Namun keunggulan komparatif tidak cukup untuk menghadapi saingan dari negara-negara lain sehingga perlu dilakukan pengembangan secara kompetitif (Isnansetyo dan Kurniastuti, 1995).

Usaha pengembangan budidaya laut tidak lepas dari tahap pembenihan. Hingga saat ini usaha pembenihan masih merupakan faktor pembatas dalam pengembangan budidaya laut di Indonesia. Pembenihan ikan dan non-ikan laut sangat membutuhkan pakan alami. Peranan pakan alami tidak dapat digantikan oleh pakan buatan yang ada pada saat ini, sebab pada masa awal kehidupan ikan dan non-ikan membutuhkan pakan yang persyaratannya sangat spesifik dan kompleks. Penyebabnya adalah pencernaan organisme itu sendiri yang masih sederhana sehingga memerlukan masukan enzim dari luar disamping zat gizi. Tidak semua pakan alami di alam baik dikonsumsi oleh larva ikan maupun non-ikan. Ada beberapa jenis plankton yang bersifat toksik ataupun pakan alami yang tercemari oleh logam berat berbahaya. Oleh karena itu perlu dilakukan kultur pakan alami untuk pemenuhan pakan larva ikan maupun non-ikan, sehingga ketersediaannya dapat dikendalikan dari segi kualitas maupun kuantitas (Isnansetyo dan Kurniastuti, 1995).

Salah satu jenis pakan alami yang dapat digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan pakan budidaya yaitu fitoplankton jenis *Tetraselmis chuii*. Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh *Tetraselmis chuii* antara lain ketersediaannya secara alami di alam dan memiliki ukuran yang sesuai dengan bukaan mulut larva, memiliki pergerakan yang mampu memberikan rangsangan bagi ikan atau udang untuk memangsanya. Penyediaan *T. chuii* secara terus menerus sangat sukar jika hanya mengumpulkan dari alam. Untuk itu produksi masal pakan alami ini harus dilakukan secara baik dengan tanpa mengesampingkan faktor pendukung seperti nutrisi dan cahaya (Chrismadha, 1998).

Faktor pendukung berupa nutrisi secara alami sudah terpenuhi oleh air laut berupa klorida, natrium, sulfat, magnesium, kalsium, kalium, potasium, borat, bromida, asam borat, stronsium dan flor (Nibakken, 1993 dalam UNY, 2008). Namun pertumbuhan mikroalga dengan kultur dapat mencapai optimum dengan mencampurkan air laut dengan nutrisi yang tidak terkandung dalam air laut tersebut. Nutrisi tersebut terdiri dari makro nutrisi (natrium dan fosfat) dan mikronutrisi yang berasal dari pupuk dasar, yang umumnya berupa pupuk Walne yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga. Faktor lainnya adalah Intensitas cahaya (Matakupan, 2009).

Intensitas cahaya sangat menentukan pertumbuhan mikroalga yaitu dilihat dari lama penyinaran dan panjang gelombang yang digunakan untuk fotosintesis yang berguna untuk pembentukan senyawa karbon organik. Kebutuhan cahaya bervariasi tergantung kedalaman kultur dan kepadatannya (Matakupan, 2009). Penggunaan cahaya untuk kultur fitoplankton di dalam laboratorium dinyatakan baik menggunakan lampu TL 80 watt (Matakupan, 2009). Namun dalam penelitian di atas tidak diketahui intensitas cahaya yang diperlukan dalam kultur mikroalga untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimum. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pertumbuhan *T. chuii* yang dikultur pada intensitas cahaya yang berbeda. Dengan tujuan untuk mengetahui intensitas cahaya yang efektif untuk pertumbuhan

sel yang selanjutnya intensitas cahaya ini dapat digunakan dalam kultur *T. chuii* pada skala laboratorium.

1.2 Rumusan Masalah

Kultur mikroalga pada skala laboratorium dapat menggunakan cahaya lampu bulir sebagai pengganti cahaya matahari, sehingga perlu dikaji berapakah intensitas cahaya yang efektif untuk mencapai pertumbuhan *T. chuii* secara optimum dan adakah pengaruh jumlah sel inokulan terhadap pertumbuhan sel *T. chuii* dalam skala laboratorium serta bagaimanakah interaksi yang terjadi antara intensitas dan jumlah sel inokulan yang diberikan terhadap kultur *T. chuii* dalam kultur skala laboratorium?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui intensitas cahaya, jumlah sel inokulan yang efektif dalam kultur *T. chuii* serta interaksi antara intensitas dan jumlah sel inokulan dalam kultur *T. chuii* dalam kultur skala laboratorium pada medium air laut.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan Informasi kepada masyarakat mengenai intensitas cahaya, lama penyinaran dan jumlah inokulan yang efektif digunakan dalam kultur mikroalga khususnya *T. chuii* agar mencapai pertumbuhan optimum. Selain itu juga sebagai dasar dalam penggunaan cahaya yang efektif dalam produksi pakan alami khususnya *T. chuii*.

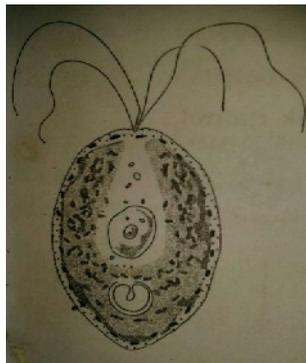
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi *Tetraselmis chuii*

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), *Tetraselmis chuii* merupakan mikroalga yang dikenal dengan istilah flagellata berklorofil. Menurut Butcher (dalam Rostini, 2007) mengklasifikasikan kedudukan *T. chuii* sebagai berikut:

- Filum : Chlorophyta
- Kelas : Chlorophyceae
- Ordo : Volvocales
- Sub ordo : Chlamidomonacea
- Genus : *Tetraselmis*
- Spesies : *Tetraselmis chuii*

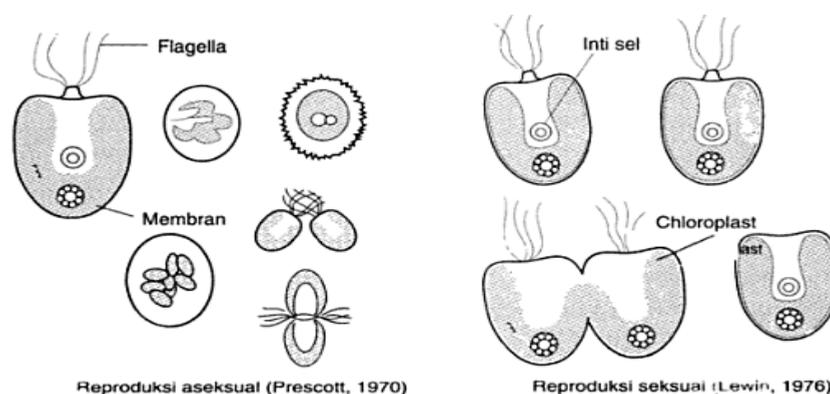
T. chuii merupakan alga bersel tunggal, mempunyai empat buah flagel berwarna hijau (*green flagella*). Flagella pada *T. chuii* dapat bergerak secara lincah dan cepat seperti hewan bersel tunggal. Ukuran *T. chuii* berkisar antara tujuh hingga 12 mikron. Klorofil merupakan pigmen yang dominan sehingga alga ini berwarna hijau, dipenuhi plastida kloroplas (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Pigmen klorofil *T. chuii* terdiri dari dua macam yaitu karotin dan xantofil. Inti sel jelas dan berukuran kecil serta dinding sel mengandung bahan selulosa dan pektosa (Rostini, 2007).



Gambar 2.1 Morfologi *Tetraselmis chuii* (Sumber: Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995)

T. chuii tumbuh dengan kondisi salinitas optimal antara 25 sampai dengan 35 ppm (25×10^6 sampai dengan 35×10^6 ppt) (Fabregas *et al.* dalam Wibawa, 2009). Menurut Griffith *et al.* (dalam Wibawa, 2009) *T. chuii* masih dapat mentoleransi suhu antara $15-35^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu optimal berkisar antara $23-25^{\circ}\text{C}$. Menurut Inansetyo dan Kurniastuty (1995) *T. chuii* memiliki toleransi salinitas 15 ppt, sedangkan kisaran suhunya $15-36^{\circ}\text{C}$. Sedangkan Cahyaningsih, *et al.*. (2010) menggunakan salinitas 30 ppt dalam kultur *T. chuii* di laboratorium Pakan Alami Balai Budidaya Air Payau Situbondo.

Reproduksi *T. chuii* terjadi secara vegetatif aseksual dan seksual. Bagan reproduksi *T. chuii* secara aseksual: dimulai dari sel vegetatif, kemudian membentuk 4 buah zoospora. Ketika keempat zoospora telah terbentuk maka akan berlanjut pada penentuan letak gamet. Setelah letak gamet ditentukan maka unit-unit gamet mengalami pembelahan. Kemudian unit-unit gamet tersebut berkembang menjadi zygospora. Sedangkan reproduksi secara seksual atau yang biasa dikenal dengan istilah isogami diawali dari terjadinya fusi antara gamet jantan dan gamet betina, kemudian kloroplas bersatu. Setelah kloroplas bersatu maka akan terbentuk zygot baru (Isnansetyo dan kurniastuty, 1995).



Gambar 2.2 Daur hidup dan cara reproduksi *Tetraselmis chuii* (Sumber: Rostini, 2007)

T. chuii memiliki laju pertumbuhan dan adaptasi terhadap lingkungan yang relatif cepat. Pola pertumbuhannya juga memiliki dua puncak populasi yaitu pada hari ke enam dan pada hari ke sepuluh. *T. chuii* juga sensitif terhadap kepadatan sel yang tinggi, sehingga ketika dalam satu populasi sudah mencapai optimum maka penurunan jumlah kepadatan sel pada populasi tersebut akan cepat mengalami penurunan yang diakibatkan oleh beberapa hal yakni *T. chuii* cukup sensitif dengan bioproduknya sendiri atau kandungan nutriennya habis terserap. Sebab lain dari kematian *T. chuii* kemungkinan karena kultur *T. chuii* mudah terkontaminasi oleh alga lain (Sutomo, 2005).

Dalam bidang budidaya dan perikanan *T. chuii* memiliki peran yang besar dalam hal penyediaan pakan untuk larva ikan maupun non ikan. Hal tersebut dikarenakan *T. chuii* memiliki nilai gizi yang baik (Supriyatini *et al.*, 2007). Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) *T. chuii* mengandung protein cukup tinggi yaitu 48,42 % dan lemak 9,70 %. *T. chuii* dapat digunakan untuk memproduksi pakan rotifer (*Brachionus plicatilis*) secara masal, ataupun dapat juga dikonsumsi secara langsung oleh larva ikan hias, larva udang, larva teripang, dan cukup bagus digunakan sebagai pakan dalam budidaya biomassa *Artemia*. *T. chuii* mampu meningkatkan kandungan lemak tak jenuh pada konsumennya, misal dalam hal ini adalah kerang totok (Supriyatini *et al.*, 2007)

Selain dalam bidang budidaya dan perikanan *T. chuii* juga memiliki peranan terhadap manusia. Hal tersebut ditunjukkan dengan kemampuan *T. chuii* untuk dijadikan bio-indikator dalam penentuan kualitas suatu perairan (Ferianita *et al.*, 2005). Sehingga dengan demikian manusia mampu lebih bijaksana dalam menjaga ataupun memanfaatkan perairan tersebut.

2.2 Laju Pertumbuhan *Tetraselmis chuii*

Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) memaparkan bahwa Laju pertumbuhan adalah pertambahan jumlah sel dalam periode tertentu. Pertumbuhan ditandai dengan

bertambah besarnya ukuran sel atau bertambah banyaknya jumlah sel. Hingga saat ini kepadatan sel digunakan secara luas untuk mengetahui pertumbuhan *T. chuii* dalam kultur pakan alami. Ada empat fase pertumbuhan yaitu:

1. Fase Istirahat

Sesaat setelah penambahan inokulum ke dalam media kultur, populasi tidak mengalami perubahan. Ukuran sel pada saat ini pada umumnya meningkat. Secara fisiologis *T. chuii* sangat aktif dan terjadi proses sintesis protein baru. Organisme mengalami metabolisme, tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatan sel belum meningkat. Umumnya terjadi pada hari pertama dan kedua kultur.

2. Fase Logaritmik atau Eksponensial

Fase ini diawali dari pembelahan sel dengan laju pertumbuhan tetap. Pada kondisi kultur yang optimum, laju pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimal. Umumnya terjadi pada hari ketiga hingga hari ketujuh.

3. Fase Penurunan kecepatan tumbuh

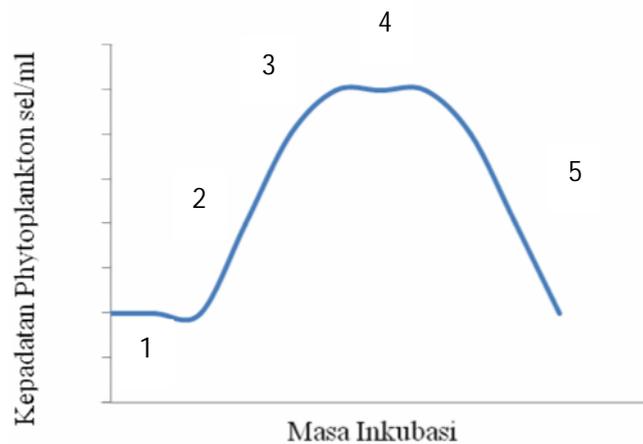
Fase ini merupakan fase pada hari ketujuh yang menunjukkan kecepatan pertumbuhan sel yang mulai lambat karena kondisi fisik dan kimia kultur mulai membatasi pertumbuhan.

4. Fase Stasioner

Pada fase ini, pertumbuhan mulai mengalami penurunan dibandingkan fase logaritmik. Pada fase ini laju reproduksi sama dengan laju kematian, dengan demikian penambahan dan pengurangan jumlah sel relatif sama atau seimbang sehingga kepadatan sel tetap. Fase ini terjadi pada hari ketujuh hingga hari kesepuluh.

5. Fase Kematian

Pada fase ini laju kematian lebih cepat dari pada laju reproduksi. Jumlah menurun secara geometrik. Penurunan kepadatan sel ditandai dengan perubahan kondisi optimum yang dipengaruhi oleh temperatur, cahaya, pH air, jumlah hara yang ada, dan beberapa kondisi lingkungan yang lain yang dimulai pada hari kesepuluh. Secara skematik pola pertumbuhan sel dapat digambarkan sebagai berikut:



1.Fase istirahat, 2.Fase logaritmik atau eksponensial, 3.Fase penurunan kecepatan tumbuh, 4.Fase stasioner, 5. Fase Kematian

Gambar 2.3 Pola Pertumbuhan *Tetraselmis chuii* (Sumber: Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995)

2.3 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya merupakan banyak cahaya per luas area per satuan waktu. Menurut Naughton (1998) dijelaskan bahwa pemasukan energi sinar matahari yang diterima bumi $7000 \text{ Kkal/m}^2/\text{tahun}$. Sekitar 45 % diserap oleh pigmen-pigmen fotosintesis atau sebesar $2735 \text{ Kkal/m}^2/\text{tahun}$.

Organisme fotosintetik menyerap cahaya dalam bentuk foton. Energi dari foton tersebut akan digunakan oleh klorofil untuk memecah ikatan hidrogen pada air yang nantinya bersama CO_2 dalam fotosintesis akan digunakan untuk mensintesa gula (Salisbury and Ross, 1995). Demikian halnya dengan cahaya yang diterima oleh klorofil *T. chuii* dalam bentuk foton juga. *T. chuii* merupakan organisme autotrof yang mampu membentuk senyawa organik, oleh karena itu cahaya matahari mutlak dibutuhkan sebagai sumber energi (Balai Budi Daya Laut Lampung, 2002).

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) kultur mikroalga skala laboratorium tidak efisien jika menggunakan cahaya matahari karena

pencahayaannya tidak dapat dikurangi maupun ditambah sehingga pencahayaan dapat digantikan dengan cahaya lampu dengan intensitas cahaya 5.000 lux- 10.000 lux. Sedangkan penelitian Matakupan (2009) dinyatakan *T. chuii* mampu tumbuh optimum pada intensitas cahaya lampu 80 watt.

2.4 Nutrien

Dalam kultur mikroalga skala laboratorium dibutuhkan medium kultur yang sesuai untuk pertumbuhannya. Menurut Cahyaningsih dkk (2010) *T. chuii* umumnya menggunakan medium air laut dengan turbiditi sama dengan nol atau sangat minimal dengan cartridge filter 5i dan purefilter UV 1i. Medium air laut yang mengandung nutrien lengkap sebagai medium tumbuh yaitu sumber nutrisi berupa makronutrien (N, P, K, S, Na, Si, Ca) dan mikronutrien (Fe, Zn, Mn, Cu, Mg, Mo, B). Unsur N, P, dan S berfungsi dalam pembentukan protein, K berfungsi dalam metabolisme karbohidrat, Fe dan Na berfungsi dalam pembentukan klorofil sedangkan Ca dan Si berfungsi dalam pembentukan dinding sel. Selain media air laut yang mengandung unsur lengkap sebagai media tumbuh, kultur *T. chuii* juga dapat ditambahkan pupuk sebagai penambahan kandungan dalam medium kultur (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Penambahan pupuk dalam medium dapat meningkatkan pertumbuhan mikroalga 10 kali lebih cepat dibandingkan dengan kultur mikroalga tanpa penambahan pupuk (Naughton, 1998). Penambahan pupuk pada medium kultur alga skala laboratorium dapat menggunakan pupuk Walne (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.5 Kultivasi Mikroalga di laboratorium

Kultur merupakan usaha perbanyakan dengan kondisi lingkungan yang terkendali atau disesuaikan. Volume medium yang digunakan antara 0,5 liter sampai dengan 3 liter. Kondisi lingkungan yang dikendalikan dimaksudkan agar pertumbuhan mikroalga mampu optimum (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Sachlan (dalam Rostini, 2007) menyatakan bahwa dalam kultur fitoplankton ada dua tujuan, ialah monokultur dan kultur murni. Bila hendak mengkultur fitoplankton sebagai makanan zooplankter cukuplah membuat monokultur, misalnya sebagai makanan untuk *Brachionusplicatilis*, yang hidup di air payau. Tetapi bila mengkultur fitoplankter untuk keperluan genetika, fisiologi atau siklus hidup harus mengkultur fitoplankter yang bersangkutan secara murni, artinya tanpa adanya bakteri.

2.6 Hipotesis

Perbedaan intensitas cahaya pada kultur *T. chuii* berpengaruh terhadap pertumbuhan sel *T. chuii* yang ditunjukkan dengan jumlah sel dalam setiap kultur.

Hipotesis Statistik:

H₀= Intensitas cahaya, perbedaan jumlah sel inokulan, serta interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan sel *T. chuii* dalam kultur skala laboratorium pada medium air laut.

H₁= Intensitas cahaya, perbedaan jumlah sel inokulan, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap pertumbuhan sel *T. chuii* dalam kultur skala laboratorium pada medium air laut.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang di mulai pada 1 Juni hingga 5 Agustus 2012.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Tabung erlenmeyer 500 ml, autoklav, haemocytometer, mikroskop, lampu spiral 24 watt merk Philips, luxmeter, refraktometer, termometer, pipet, gelas ukur 10 dan 100 ml, corong plastik, bunsen, kaca penutup, sprayer, nampan plastik, bak plastik, labu ukur 250 ml, Kuas kayu.

Bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah fitoplankton *T. chuii* yang diperoleh dari Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo. Media tumbuh fitoplankton yaitu air laut dengan salinitas 30 ppt dan pupuk walne merk Mark yang di dapat dari BBAP Situbondo, alkohol, kapas, aquades steril, alumunium foil dan kertas kayu.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun dengan menggunakan Pola Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas dua faktor. Faktor pertama intensitas cahaya (I) yang terdiri atas I1 (4000 lux), I2 (5000 lux), I3 (6000 lux), I4 (8000 lux), I5 (10000 lux), dan I6 (12000 lux). Faktor kedua adalah lama penyinaran (L) yang terdiri atas L0 (0 hari), L1 (1 hari), L3 (3 hari), L4 (4 hari), L5 (5 hari), L6 (6 hari), L7 (7 hari), L8 (8 hari), L9 (9 hari), dan L10 (10 hari). Kedua faktor perlakuan tersebut diberikan pada jumlah sel inokulan (G) yang terdiri atas G1 ($1,0 \times 10^5$ sel/ml), G2 ($2,1 \times 10^5$ sel/ml) dan G3

($0,8 \times 10^5$ sel/ml). Penentuan sel inokulan didasarkan pada hasil aklimatisasi kultur pada hari ke-7.

Kombinasi perlakuan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan

(G)	(I)	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
G1	I1	I1L0	I1L1	I1L2	I1L3	I1L4	I1L5	I1L6	I1L7	I1L8	I1L9	I1L10
	I2	I2L0	I2L1	I2L2	I2L3	I2L4	I2L5	I2L6	I2L7	I2L8	I2L9	I2L10
	I3	I3L0	I3L1	I3L2	I3L3	I3L4	I3L5	I3L6	I3L7	I3L8	I3L9	I3L10
	I4	I4L0	I4L1	I4L2	I4L3	I4L4	I4L5	I4L6	I4L7	I4L8	I4L9	I4L10
	I5	I5L0	I5L1	I5L2	I5L3	I5L4	I5L5	I5L6	I5L7	I5L8	I5L9	I5L10
	I6	I6L0	I6L1	I6L2	I6L3	I6L4	I6L5	I6L6	I6L7	I6L8	I6L9	I6L10
G2	I1	I1L0	I1L1	I1L2	I1L3	I1L4	I1L5	I1L6	I1L7	I1L8	I1L9	I1L10
	I2	I2L0	I2L1	I2L2	I2L3	I2L4	I2L5	I2L6	I2L7	I2L8	I2L9	I2L10
	I3	I3L0	I3L1	I3L2	I3L3	I3L4	I3L5	I3L6	I3L7	I3L8	I3L9	I3L10
	I4	I4L0	I4L1	I4L2	I4L3	I4L4	I4L5	I4L6	I4L7	I4L8	I4L9	I4L10
	I5	I5L0	I5L1	I5L2	I5L3	I5L4	I5L5	I5L6	I5L7	I5L8	I5L9	I5L10
	I6	I6L0	I6L1	I6L2	I6L3	I6L4	I6L5	I6L6	I6L7	I6L8	I6L9	I6L10
G3	I1	I1L0	I1L1	I1L2	I1L3	I1L4	I1L5	I1L6	I1L7	I1L8	I1L9	I1L10
	I2	I2L0	I2L1	I2L2	I2L3	I2L4	I2L5	I2L6	I2L7	I2L8	I2L9	I2L10
	I3	I3L0	I3L1	I3L2	I3L3	I3L4	I3L5	I3L6	I3L7	I3L8	I3L9	I3L10
	I4	I4L0	I4L1	I4L2	I4L3	I4L4	I4L5	I4L6	I4L7	I4L8	I4L9	I4L10
	I5	I5L0	I5L1	I5L2	I5L3	I5L4	I5L5	I5L6	I5L7	I5L8	I5L9	I5L10
	I6	I6L0	I6L1	I6L2	I6L3	I6L4	I6L5	I6L6	I6L7	I6L8	I6L9	I6L10

I dalam tabel adalah intensitas cahaya yang digunakan dalam kultur yaitu I1 (4000 lux), I2 (5000 lux), I3 (6000 lux), I4 (8000 lux), I5 (10000 lux), dan I6 (12000 lux); L adalah lama penyinaran yang terdiri atas L0 (0 hari), L2 (1 hari), L3 (3 hari), L4 (4 hari), L5 (5 hari), L6 (6 hari), L7 (7 hari), L8 (8 hari), L9 (9 hari) dan L10 (10 hari); G adalah jumlah sel inokulan yang terdiri atas G1 ($1,0 \times 10^5$ sel/ml), G2 ($2,1 \times 10^5$ sel/ml), G3 ($0,8 \times 10^5$ sel/ml)

Tabel 3.1 didasarkan pada kisaran intensitas cahaya yang mampu mendukung pertumbuhan optimum sel *T. chuii* yaitu 5000 lux sampai dengan 10.000 lux yang dimulai dari intensitas di bawah kisaran (4000 lux), tepat pada kisaran (5000-10.000 lux) dan diatas kisaran intensitas cahaya pendukung pertumbuhan optimum (12.000 lux). Sedangkan penentuan kontrol didasarkan pada percobaan yang pernah dilakukan oleh Matakupan (1995), yaitu pemberian intensitas cahaya dengan pencahayaan

menggunakan lampu TL 2x40 Watt. Sehingga perlu dilakukan uji pendahuluan untuk menentukan nilai intensitas cahaya dari lampu TL 2x40 Watt. Sehingga hasil uji pendahuluan dapat digunakan sebagai kontrol dalam melakukan kultur sel *T. chuii* secara optimum.

Kombinasi perlakuan sebanyak 66 perlakuan dengan tiga kali pengulangan sehingga jumlah perlakuan yaitu 198 perlakuan.

3.3.2 Metode Kerja

3.3.2.1 Preparasi Alat dan Bahan

Medium air laut yang digunakan untuk kultur merupakan medium yang di dapat dari BBAP Situbondo, medium air laut yang berasal dari pantai utara yang disaring menggunakan *catridge filter* dan *pure filter* kemudian dialirkan menggunakan pipa besar yang bermuara pada tandon air medium yang diberi blower. Inokulan *T. chuii* juga di dapat dari Laboratorium Pakan Alami BBAP Situbondo, inokulan yang digunakan adalah 50 ml inokulan yang diambil dari kultur *T. chuii* pada volume 1000 ml. Pupuk yang digunakan merupakan pupuk Walne dengan komposisi berikut:

Tabel 3.2 Komposisi pupuk Walne

Komposisi	Ukuran
NaNO ₃	100 gr
Na ₂ EDTA	45 gr
H ₃ BO ₃	33,60 gr
NaH ₂ PO ₄ . 2 H ₂ O	20,00 gr
FeCl ₃ .6 H ₂ O	1,30 gr
MnCl ₂ . 4 H ₂ O	0,36 gr
Stok Larutan vitamin	100 ml
Stok Laarutan Logam Mikro	1,00 ml
Aquades	1000 ml
Penggunaan	1,00 ml/l

Sumber: Isnansetyo dan Kurniastuty (1995)

3.3.2.2 Pembuatan Medium Kultur

Media kultur berupa air laut pantai utara yang telah disaring di Balai BBAP Situbondo sebanyak 200 ml dicampur dengan aquades 200 ml untuk menurunkan salinitas air laut dari 35 ppt menjadi 30 ppt, campuran tersebut kemudian ditempatkan dalam tabung Erlenmeyer 500 ml sebanyak 250 ml. Media tersebut kemudian ditambahkan 0,25 ml pupuk walne. Perbandingan antara volume media dan volume pupuk adalah 100:1 yang didasarkan pada (Cahyaningsih, 2010). Kemudian ditutup kapas dan dibungkus kertas kayu dan disterilisasi selama 15 menit di autoklav pada tekanan 121°C dengan tekanan 1 kg/cm^2 .

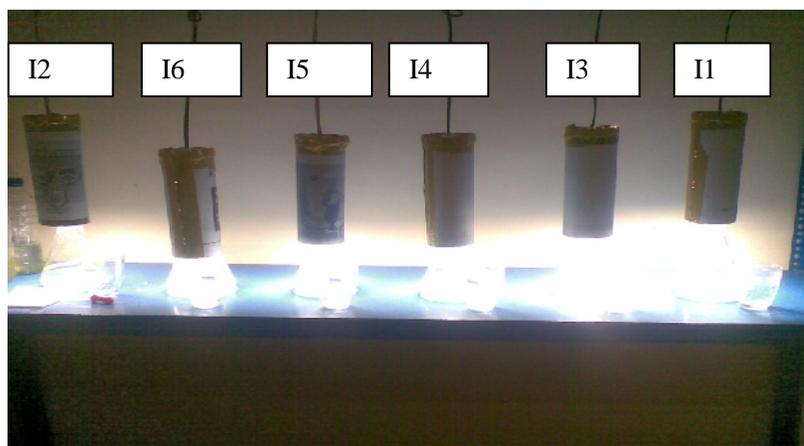
3.3.2.3 Aklimatisasi

T. chuii yang di dapat dari BBAP Situbondo sebanyak 50 ml ditumbuhkan pada 250 ml medium steril, kemudian diinkubasi pada Intensitas cahaya 5000 lux dengan suhu 28°C dan salinitas medium 30 ppt. Sebelum *T. chuii* ditumbuhkan pada medium terlebih dahulu dilakukan penghitungan jumlah sel *T. chuii* dalam volume 50 ml tersebut dengan cara mengambil 10 ml inokulan kemudian diteteskan pada kanal hemacytometer dengan volume kanal $0,1\text{ m}^3$, Kemudian diamati dan dihitung dibawah mikroskop pada perbesaran 400 kali. Setelah inkubasi dilakukan penghitungan jumlah sel setiap 24 jam selama 10 hari dan aklimatisasi dilakukan setiap 7 hari karena berdasarkan data kultur yang dimiliki oleh laboratorium pakan alami BBAP Situbondo (BBAPS, 2010) pada hari ketujuh kondisi kultur mencapai pertumbuhan optimum.

3.3.2.4 Pengaturan Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya menggunakan lampu Philips 24 watt yang dibungkus corong platina yang berfungsi memfokuskan cahaya dari lampu dan penempatannya didasarkan pada luxmeter. Pengukuran intensitas cahaya diukur menggunakan luxmeter dengan cara menghadapkan lensa luxmeter pada lampu hingga jarum skala mencapai angka maksimal misal 3000 lux. Kemudian lensa luxmeter ditutup menggunakan penutup dari bahan kantong plastik yang telah ditentukan persen penutupan sebelumnya, misal setelah lensa ditutup jarum skala menunjukkan angka

200 artinya persen penutupan penutup tersebut sebesar 6,6 % atau 1/15 dari intensitas yang diinginkan misal (I6) 12.000 lux. Sehingga untuk mengukur intensitas cahaya sebesar 12.000 lux jarum skala pada luxmeter dengan penutupan 6,6 % harus mencapai angka 800 lux. Demikian pula untuk menentukan intensitas cahaya pada perlakuan (I1) 4000, (I2) 5000, (I3) 6000, (I4) 8000 dan (I5) 10.000 lux. Pengaturan Intensitas cahaya dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:

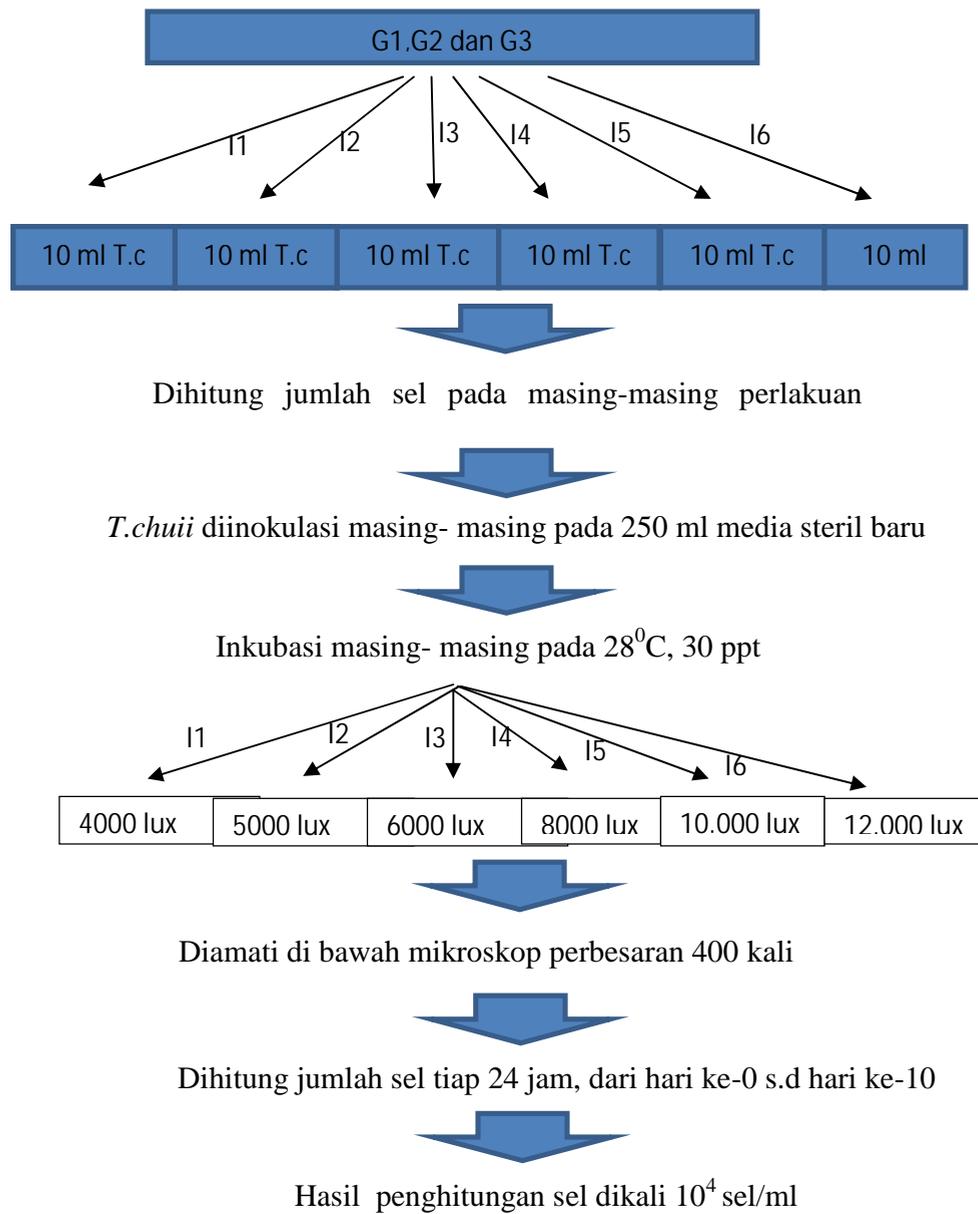


I1= 4000 lux, I2= 5000 lux, I3= 6000 lux, I4= 8000 lux,
I5=10.000 lux, I6= 12.000 lux

Gambar 3.1 Pengaturan Intensitas cahaya

3.3.2.5 Perlakuan Kultur *Tetraselmis chuii*

T. chuii yang diaklimatisasi diambil sebanyak 10 ml dilakukan penghitungan jumlah selnya, kemudian setelah diketahui jumlah selnya, *T. chuii* diinokulasikan pada medium steril dan diinkubasi selama sepuluh hari pada suhu 28⁰ C, salinitas 30 ppt dan intensitas cahaya sesuai dengan perlakuan mulai dari (I1) 4000, (I2) 5000, (I3) 6000, (I4) 8000, (I5) 10.000 dan (I6) 12.000 lux, yang dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Skema perlakuan kultur *Tetraselmis chuii*

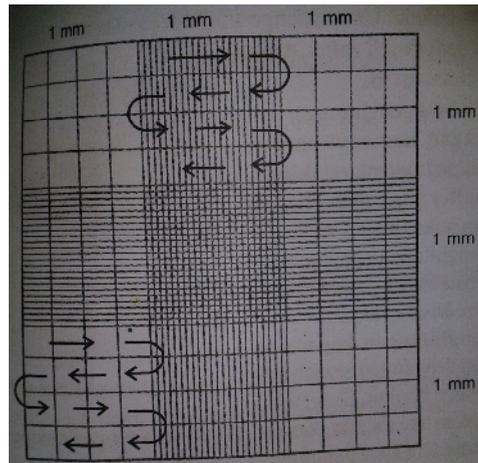
3.4 Pencatatan Data

Setiap akan menginokulasikan sel *T. chuii* dilakukan penghitungan jumlah selnya, dan pada saat inkubasi juga dilakukan pencatatan jumlah sel. Sel *T. chuii* yang dihitung adalah sel yang berbentuk utuh sedangkan sel yang dalam keadaan pembelahan menjadi dua sel yang belum sempurna dihitung sebagai satu sel utuh. Pencatatan data dilakukan dengan menghitung jumlah sel/ml setiap 24 jam sekali sehingga dapat diketahui pertumbuhannya. Penghitungan sel menggunakan hemacytometer yang diamati di bawah mikroskop (Gambar 3.3). Pada setiap penghitungan dilakukan dua kali penghitungan dan jumlah tertinggi yang dijadikan data jumlah sel terhitung.

Proses penghitungan menggunakan *hemacytometer* sebagai berikut:

- a. *Hemacytometer* dibersihkan dengan aquades dan dikeringkan dengan kertas tissue kemudian ditutup dengan kaca penutup.
- b. Kultur *T. chuii* sebanyak 1ml diteteskan menggunakan pipet tetes pada bagian saluran yang melintang hingga penuh. Penetesan dilakukan secara hati-hati agar tidak terjadi gelembung udara di bawah kaca penutup. Alkohol diteteskan pada keempat ujung saluran sebagai pengganti formalin sebanyak empat tetes untuk melumpuhkan pergerakan sel *T. chuii* agar mudah dihitung.
- c. Selanjutnya *hemacytometer* diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali dan dicari bidang yang berkotak-kotak.
- d. *Hemacytometer* yang diamati memiliki bidang pandang berbentuk bujur sangkar dengan ukuran sisi 1 mm, tinggi 0,1 mm. Apabila ditutup dengan kaca penutup volumenya menjadi $0,1 \text{ mm}^3$ atau 10^{-4} ml. Jumlah sel *T. chuii* diketahui dengan cara menghitung sel yang terdapat pada kotak bujur sangkar yang memiliki sisi 1 mm.

Berikut gambar *hemaecytometer*:



Gambar 3.3 Pola kotakan dan contoh arah hitung Hemaecytometer (Sumber: Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995)

3.5 Analisis Data

3.5.1 Fase Pertumbuhan *Tetraselmis chuii*

Fase pertumbuhan hari ke t = Jumlah sel terhitung pada hari ke t

3.5.2 Penghitungan laju pertumbuhan (K)

- a. Kepadatan *T. chuii* (N) dihitung dengan rumus:

Jumlah sel *T. chuii* x 10^4 sel/ml (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

- b. Laju pertumbuhan *T. chuii* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{N_t - N_0}{T} \times 3,32$$

T

Keterangan :

K = Laju pertumbuhan (pembelahan sel /hari)

N_t = kepadatan sel pada hari ke t (sel/ml)

N_0 = kepadatan awal sel (sel/ml)

T = Lama penyinaran (hari)

(Foy et al, 1975)

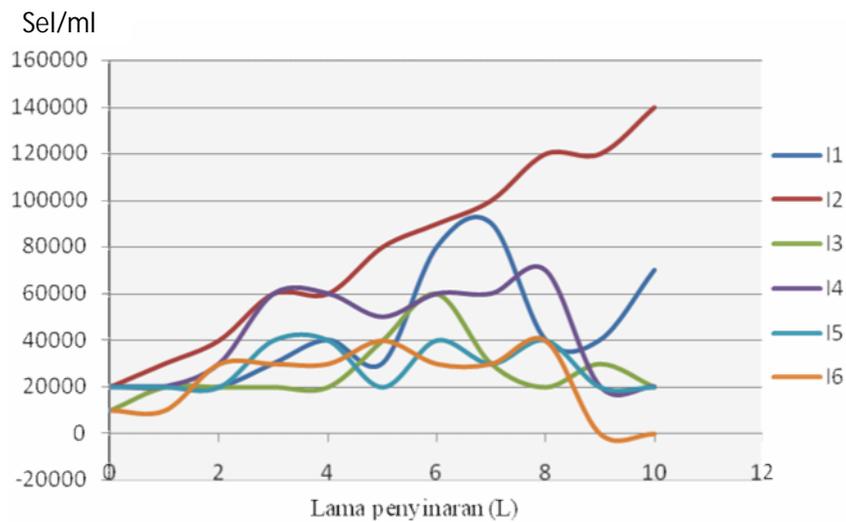
3.5.3 Analisis Statistik

Data hasil pengamatan untuk melihat intensitas cahaya yang efektif untuk mendapatkan pertumbuhan sel *T. chuii* yang optimum dianalisis menggunakan analisis *General Linier Mode (GLM) Univariate Faktor*, yang merupakan kombinasi analisis regresi dan analisis varian untuk satu variabel independen oleh dua atau lebih factor (variabel). Analisis dilakukan dua kali, analisis yang pertama menggunakan GLM Univariate Faktor untuk membedakan perlakuan (I) dan kelompok (G) yaitu pengelompokan berdasarkan jumlah sel inokulan. Kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui pengaruh tiap Kelompok (G) dan tiap perlakuan (I) kultur terhadap jumlah sel *T.chuii*. Jika ada beda maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Fase Pertumbuhan *Tetraselmis chuii*

Pertumbuhan *T. chuii* dapat dilihat fase-fase pertumbuhan pada saat di laboratorium pada gambar 4.1. Fase pertumbuhan sel *Tetraselmis chuii* meliputi fase istirahat, fase logaritmik, fase penurunan kecepatan tumbuh, fase stasioner dan fase kematian (Isnansetyo dan Kurniastuti, 1995).



Gambar 4.1 Kurva pertumbuhan sel *Tetraselmis chuii* kelompok pertama ($G_1 = 10 \times 10^4$ sel/ml) dengan intensitas I1 (4000 lux), I3 (6000 lux), I4 (8000 lux), I5 (10.000 lux) dan I6 (12000 lux)

Gambar 4.1 menunjukkan Fase pertumbuhan sel *Tetraselmis chuii* diawali dengan fase adaptasi menurut Mahreni dan Suhenry (2011). Pada I1 dan I5 fase adaptasi berlangsung selama tiga hari, I2 berlangsung satu hari, I3 berlangsung selama satu hari, I4 dan I6 berlangsung selama dua hari. Fase adaptasi yang paling lama terjadi pada I1 dan I5 yaitu yang berlangsung selama tiga hari yang berlangsung pada L0-L2 dengan jumlah sel $2,0 \times 10^5$ sel/ml. Pada fase ini belum mengalami penambahan jumlah sel. Hal ini disebabkan oleh penyesuaian lingkungan yang baru setelah memulai pembiakan (pembelahan sel). Penyesuaian dalam hal ini berarti suatu

masa ketika sel-sel kekurangan metabolit dan enzim (Anggraeni, 2009). Hal ini juga dijelaskan oleh Mahreni dan Suhenry (2011), bahwa Pada fase adaptasi jumlah sel tetap, tetapi sel dapat bertambah besar pada periode ini. Beberapa parameter yang mempengaruhi waktu fase adaptasi adalah jenis dan umur sel mikroorganisma, ukuran inokulum dan kondisi media tumbuh. Apabila sel tumbuh di dalam medium yang kekurangan nutrien atau eksese nutrien, maka waktu fase adaptasi lebih lama, karena sel harus menghasilkan enzim yang sesuai dengan jenis nutrien yang ada.

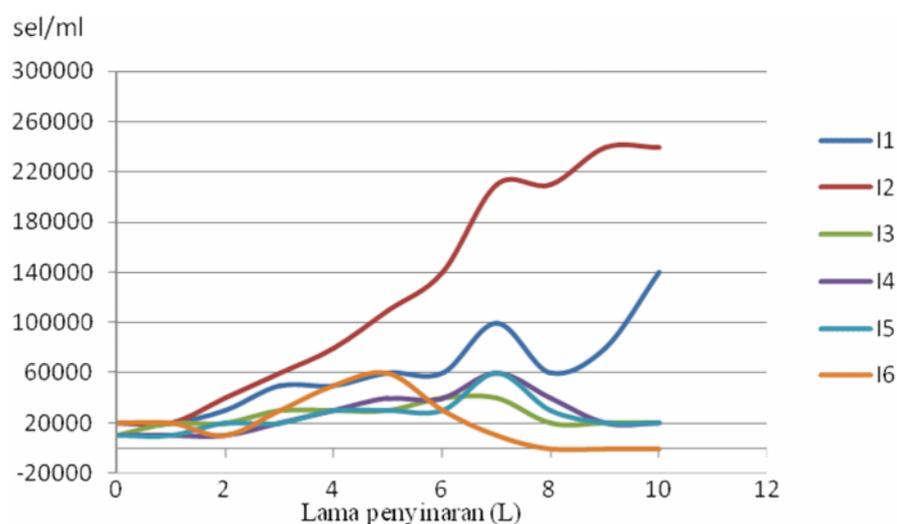
Setelah fase adaptasi pertumbuhan sel *T.chuui* memasuki fase eksponensial. Pada I1 dan I6 fase eksponensial berlangsung sebanyak dua kali. Hal ini sering terjadi dalam kultur mikroalga di BBAP Situbondo dan sampai saat ini belum diketahui penyebabnya. Namun meskipun demikian pemanenan kultur umumnya dilakukan pada fase eksponensial yang terjadi pertama, yang dalam I1 puncak eksponensial pertama berlangsung pada L7, hal ini disebabkan oleh jumlah sel *T chuui* pada fase eksponensial kedua yang puncaknya terjadi pada L10 tidak mampu mencapai jumlah optimum yang melebihi fase eksponensial pertama. Sedangkan pada I6 puncak eksponensial pertama berlangsung pada L5 dan puncak fase eksponensial kedua terjadi pada L8. Fase eksponensial pada I1 berlangsung selama lima hari, I2 berlangsung sepuluh hari, I3 berlangsung enam hari, I4 berlangsung 7 hari, dan I5 dan I6 berlangsung satu hari. Fase eksponensial terlama terjadi pada I2 yaitu berlangsung selama sepuluh hari. Selama fase eksponensial sel *T. chuui* membelah dengan cepat, selain itu sel-sel berada dalam keadaan stabil dengan jumlah sel yang bertambah dengan kecepatan konstan, bahan sel baru terbentuk dengan laju tetap akan tetapi bahan-bahan tersebut bersifat katalitik massa bertambah secara eksponensial (Anggraeni, 2009), hal ini dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dalam media.

Setelah nutrisi dalam media berkurang atau habis maka sel *T. chuui* memasuki fase penurunan kecepatan tumbuh. Pada gambar 4.1 fase penurunan kecepatan tumbuh I1 berlangsung satu hari. I2 belum mengalami fase penurunan kecepatan tumbuh dikarenakan pertumbuhan sel pada I2 masih pada fase eksponensial. Hal ini

diduga disebabkan oleh efektivitas intensitas cahaya yang diberikan mampu mengoptimalkan metabolisme sel *T. chuii* sehingga pembelahan dapat terjadi terus menerus selama masa inkubasi. Hal ini juga diutarakan oleh Hendersen-Seller & Markland (1987) bahwa cahaya yang dibutuhkan oleh mikroalga di dalam proses fotosintesis memiliki batas atau kisaran tertentu, pada umumnya intensitas cahaya yang lebih besar lebih efektif bagi proses fotosintesis, namun pada tingkat cahaya yang sangat tinggi dapat mengurangi laju proses tersebut (Hendersen-Seller & Markland 1987). I3 berlangsung empat hari, I4 dua hari. I5 berlangsung lima hari dengan penambahan sel terjadi secara fluktuatif dengan jumlah sel tidak stabil. Fase penurunan kecepatan tumbuh yang terjadi pada I1, I3, I4, I5 dan I6 disebabkan karena terjadinya kompetisi antar sel tinggi dalam media hidup dan zat makanan yang tersedia dalam media tidak mencukupi kebutuhan populasi yang bertambah dengan cepat pada fase eksponensial. Akibatnya hanya sebagian dari populasi yang mendapatkan cukup nutrisi untuk tumbuh dan membelah (Anggraeni, 2009). Selain itu Wibowo (2011) mengatakan bahwa saat nutrisi berkurang akan terjadi akumulasi dari beberapa produk metabolisme yang bertindak sebagai inhibitor. Namun pada I2 fase ini tidak terjadi hal ini diduga disebabkan adanya pengaruh intensitas cahaya yang diberikan. Sehingga produktivitas alga mampu optimum pada intensitas tersebut dan kompetisi antar sel tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan sel *T. chuii* pada I2.

Sedangkan I6 tidak mengalami fase penurunan kecepatan tumbuh melainkan langsung mengalami fase kematian. Hal ini disebabkan oleh enzim-enzim yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis tidak dapat memainkan peranannya (Valiela 1984), hal ini diduga disebabkan oleh pengaruh intensitas cahaya yang diberikan terlalu tinggi. Terjadinya fluktuasi terhadap jumlah sel pada I5 dan I6 pada fase penurunan kecepatan tumbuh dan fase stasioner, sesuai dengan pernyataan Ngadiman (dalam Hartini, 1999) mengenai kemampuan alga untuk bertahan hidup pada media kultur yang diberi lampu TL 40 Watt dapat dijadikan dasar atau standar untuk mengkultur alga di laboratorium. Intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu TL 40

Watt berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan di sub laboratorium fikologi setara dengan 5000 lux. Sehingga pada I5 (10000 lux) dan I6 (12000 lux) dapat terjadi ketidakstabilan penambahan jumlah sel yang diakibatkan oleh intensitas cahaya yang diberikan terlalu tinggi. Ketidakstabilan yang dimaksud adalah penambahan jumlah sel yang tidak teratur yang ditunjukkan dengan fluktuasi jumlah sel pada gambar 4.1. Pada gambar tersebut ditunjukkan setelah ada penambahan jumlah sel terjadi penurunan jumlah sel sel namun pada hari berikutnya dapat terjadi penambahan jumlah sel, demikian seterusnya. Hal ini disebabkan karena intensitas cahaya yang diberikan terlalu tinggi sehingga produktifitas sel terganggu yang berpengaruh terhadap perubahan jumlah sel yang tidak teratur.

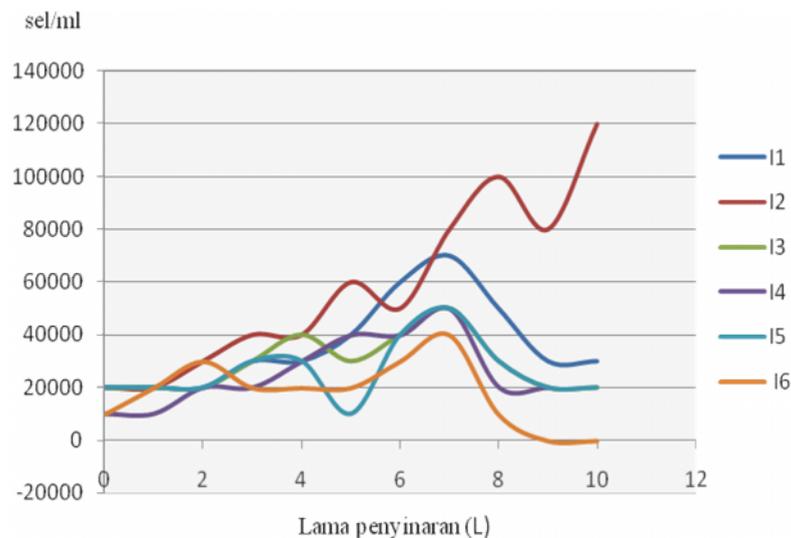


Gambar 4.2 Kurva pertumbuhan sel *Tetraselmis chuii* kelompok kedua ($G2=2,1 \times 10^4$ sel/ml) dengan intensitas 4000-12000 lux

Gambar 4.2 menyajikan pertumbuhan sel *T. chuii* yang terdiri atas fase adaptasi pada I1, I2, I5 dan I6 berlangsung dua hari, pada I3 berlangsung satu hari dan pada I4 berlangsung selama tiga hari. Fase adaptasi terlama pada G2 terjadi pada I4 yang berlangsung selama tiga hari. Fase eksponensial pada I1 dan I5 berlangsung enam hari, I2 berlangsung selama sembilan hari, I3 berlangsung tujuh hari dan I5 berlangsung enam hari. Pada I6 fase eksponensial berlangsung dengan pertambahan

jumlah sel yang tidak stabil seperti yang terjadi pada I6 pada G1. Fase eksponensial terlama terjadi pada I2 dengan masa fase eksponensial yang berlangsung sembilan hari. Fase penurunan kecepatan tumbuh pada I1 berlangsung satu hari, I2 belum fase penurunan kecepatan tumbuh dikarenakan sel masih berada pada fase eksponensial. Hal ini diduga disebabkan oleh waktu pengamatan yang hanya dilakukan selama sebelas hari (L0-L10), sehingga tidak dapat diketahui fase selanjutnya setelah L10. Pada I3, I4 dan I5 fase penurunan kecepatan tumbuh berlangsung tiga hari. Fase kematian hanya terjadi pada I6 yang berlangsung selama tiga hari dengan jumlah sel $0,0 \times 10^5$ sel/ml. Pada fase kematian terjadi perubahan kualitas air yang semakin memburuk, penurunan nutrient dalam media kultur dan kemampuan sel yang sudah tua untuk melakukan metabolisme. Secara morfologi pada fase ini sel alga banyak terjadi kematian dari pada melakukan pembelahan, warna air kultur berubah, terjadi buih di permukaan media kultur dan warna yang pudar serta gumpalan sel alga yang mengendap di dasar wadah (Ayustama dan Sari, 2011).

Fase pertumbuhan sel *T. chuii* dengan perlakuan I2 pada G2 merupakan fase pertumbuhan yang paling baik diantara semua perlakuan pada G1 dan G3, ditunjukkan dengan pertambahan jumlah sel *T. chuii* yang optimal yaitu mencapai $2,4 \times 10^5$ sel/ml. Hal ini disebabkan oleh jumlah sel inokulan yang diberikan pada I2 dalam G2 merupakan inokulan dengan jumlah sel tertinggi yaitu $2,1 \times 10^5$ sel/ml. Namun meskipun demikian secara statistik jumlah sel inokulan pada G2 tidak memberikan pengaruh yang sangat signifikan sehingga kami menganggap perlakuan tersebut sama, sehingga hanya intensitas cahaya yang mampu memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertambahan jumlah sel. Hidayah dan Yulianti (2010) menegaskan bahwa waktu inokulasi yang tepat serta jumlah inokulum yang digunakan merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan inokulasi buatan.



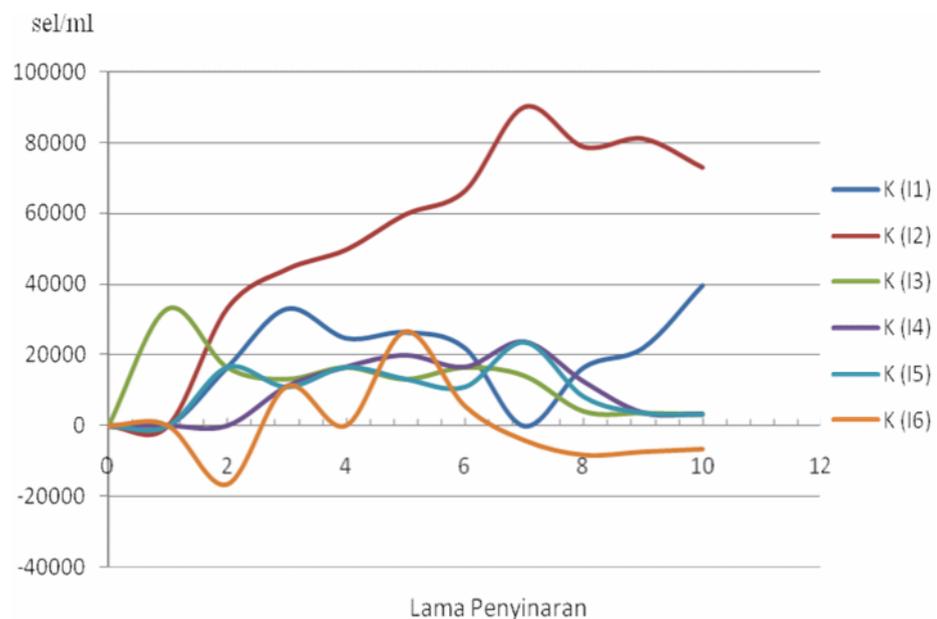
Gambar 4.3 Kurva pertumbuhan sel *T. chuii* kelompok pertama ($G_3 = 8,0 \times 10^5$ sel/ml) dengan intensitas I1 (4000 lux), I3 (6000 lux), I4 (8000 lux), I5 (10.000 lux) dan I6 (12000 lux).

Gambar 4.3 menyajikan pertumbuhan sel *T. chuii* yang terdiri atas fase adaptasi yang berlangsung tiga hari pada I1, I3 dan I5. Sedangkan pada I2 dan I4 berlangsung selama dua hari, dan pada I6 berlangsung selama satu hari. Fase adaptasi terlama berlangsung pada I1, I3 dan I5 yaitu berlangsung selama tiga hari. Fase eksponensial pada I1 berlangsung lima hari, pada I2 berlangsung sembilan hari, pada I3 berlangsung dua hari, dan pada I4 dan I5 berlangsung selama enam hari, sedangkan pada I6 fase eksponensial berlangsung tujuh hari dengan penambahan jumlah sel yang tidak stabil, fase eksponensial pada I3 berlangsung dua kali dengan puncak eksponensial yang berlangsung pada L4 dan L7. Fase eksponensial terpanjang terjadi pada I2 yang berlangsung selama sembilan hari. Fase penurunan kecepatan tumbuh pada I1, I4 dan I5 berlangsung tiga hari, pada I2 tidak terjadi fase penurunan kecepatan tumbuh karena fase pertumbuhan selnya berlangsung terus menerus hingga L10. Penyebabnya seperti yang terjadi pada I2 yang terjadi pada G1 dan G2. Pada I3 dan I6 berlangsung satu hari. Fase penurunan kecepatan tumbuh terlama terjadi pada I1, I4 dan I5 yang berlangsung selama tiga hari. Fase kematian terjadi pada I6 yang

berlangsung dua hari mulai L9 sampai dengan L10. Sedangkan I1, I2, I3, I4 dan I5 masih mampu bertahan bahkan melakukan pembelahan yang mampu menambah jumlah sel selama inkubasi ataupun mempertahankan jumlahnya, walaupun harus mengalami penurunan jumlah sel, tidak semua sel rusak sehingga tidak dapat memasuki fase kematian yang dalam hal ini ditunjukkan dengan jumlah sel $0,0 \times 10^5$.

4.2 Laju Pertumbuhan *Tetraselmis chuii*

Laju pertumbuhan adalah kecepatan pembelahan sel/volume/hari. Pada gambar 4.4 dapat dilihat perbandingan laju pertumbuhan antara I1, I2, I3, I4, I5 dan I6 terhadap sel *T. chuii*.



I1 hingga I6 merupakan Intensitas cahaya yang digunakan dalam kultur *T. Chuii*

Gambar 4.4 Laju pertumbuhan sel *Tetraselmis chuii* pada Intensitas yang berbeda dalam G2 (jumlah sel $2,1 \times 10^5$ sel/ml).

Laju pertumbuhan pada gambar 4.4 merupakan laju pertumbuhan sel *T. chuii* pada G2 yang didasarkan pada jumlah sel jumlah pertumbuhan sel yang tertinggi yang dicapai (efektif). Laju pertumbuhan sel *T. chuii* optimum terjadi pada I2 dengan

laju pertumbuhan mencapai 90114.286 sel/ml/hari, yang dapat dilihat pada lampiran C.2. Laju pertumbuhan pada I2 merupakan laju pertumbuhan tercepat dengan jumlah sel terbanyak. Pertumbuhan yang sangat cepat adalah pada fase dimana diproduksi pigmen yang terbanyak. Perkiraan jumlah pigmen dari mikroalga diukur dari kepadatan sel pada setiap volume kulturnya (log sel/mL). Jumlah kepadatan sel sebanding dengan meningkatnya jumlah kandungan pigmen yang dihasilkan (Amini 2004).

Pigmen yang banyak salah satunya Pigmen klorofil menyerap lebih banyak cahaya terlihat pada warna biru (400-450 nanometer) dan merah (650-700 nanometer) dibandingkan hijau (500-600 nanometer). Fotosintesis akan menghasilkan lebih banyak energi pada gelombang cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Hal ini karena panjang gelombang yang pendek menyimpan lebih banyak energi (Pertamawati, 2010).

I1 dengan laju tertingginya mencapai $0,3 \times 10^5$ sel/ml/hari. Laju pertumbuhan sel terendah terjadi pada pertumbuhan I6 dengan laju pertumbuhan $-0,7 \times 10^5$ sel/ml. Hal ini dapat dilihat pada lampiran C2. Intensitas cahaya yang tidak efektif untuk kultur *T. chuii* adalah I3, I4, I5 dan I6. Hal tersebut ditegaskan dengan laju pertumbuhan yang semakin menurun seiring dengan bertambah tingginya intensitas cahaya yang diberikan yaitu 6000 lux hingga 12000 lux. Menurut Matakupan (2009), kekuatan cahaya yang besar, ternyata mempengaruhi pertumbuhan *T. chuii* dimana terjadi penipisan nutrient di dalam wadah kultur akibat laju perkembangan sel yang terjadi sangat cepat sehingga *T. chuii* tidak dapat tumbuh dengan baik. Hasil pengamatan menunjukkan pada I6 memberikan hasil perlakuan dengan jumlah sel yang terendah. Pada tingkat kepadatan kultur yang tinggi tersebut sel-sel alga secara langsung merespon energi cahaya yang jatuh ke permukaan selnya yang mengakibatkan jumlah sel berkurang bahkan dapat terjadi fase kematian yang ditunjukkan dengan laju pertumbuhan sel yang sangat rendah. Seperti dilaporkan oleh LEE (1988) laju tumbuh alga berhubungan positif dengan jumlah energi yang jatuh ke permukaan sel-sel alga tersebut (Chrismadha *et al.*, 2007).

Pada I1 juga kurang efektif digunakan jika dibandingkan dengan I2 karena laju pertumbuhan tertinggi yang dicapai I1 tidak mampu melebihi nilai laju yang dicapai oleh I2 namun lebih tinggi jika dibandingkan perlakuan yang lain yaitu I3, I4, I5 dan I6, hal ini dapat dilihat pada gambar 4.4. Sehingga dengan demikian berdasarkan laju pertumbuhan pada gambar 4.4 intensitas cahaya yang efektif untuk kultur *T. chuii* adalah I2 yaitu pada 5000 lux. Hal ini senada dengan pemaparan sel-sel alga terhadap cahaya sesaat di permukaan kolom akibat adanya struktur penyekat diduga memberikan kuota energi cahaya yang lebih baik pada tiap-tiap sel alga di dalam kolom fotoreaktornya, sehingga kinerja fotosintesis dan produktivitas kulturnya menjadi lebih baik. Demikian juga pemaparan pada cahaya sekejap menciptakan sinkronisasi waktu terjadinya proses reaksi gelap dan reaksi terang fotosintesis sehingga proses fotosintesis dapat berlangsung secara lebih efisien (Chrismadha *et al.*, 2007).

4.3 Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan *General Linier Model (GLM) Univariate Factor* dilanjutkan dengan analisis Duncan sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil analisis statistik menggunakan *GLM Univariate Factor*

Variabel	F	Sig.
Grup (G)	0.234	0.8
Perlakuan (I)	10	0
Grup dan * Perlakuan	0.538	0.9

Dinyatakan ada variasi jumlah sel akibat variabel jika nilai signifikansi (sig.) 0,05

Hasil analisis (GLM) Univariate Faktor, dapat dilihat pada tabel 4.1 diatas menunjukkan tidak ada pengaruh jumlah sel yang diakibatkan oleh variabel grup. Hal ini ditunjukkan dengan F hitung [0,234] dengan sig 0,8 > 0,05. Tabel 4.1 tersebut menunjukkan adanya variasi jumlah sel akibat pengaruh variabel perlakuan (I) yang

signifikan pada $\alpha = 0,05$ ditunjukkan oleh F hitung [10,000] dengan $\text{sig } 0 < 0,05$. Analisis tiap perlakuan dapat dilihat pada lampiran D2.

Berdasarkan analisis diatas antar kelompok atau grup (G) tidak ada pengaruh terhadap penambahan jumlah sel selama masa inkubasi meskipun jumlah inokulan pada tiap kelompok atau grup (G) berbeda. Hal ini ditegaskan oleh nilai signifikansi dalam tabel 4.1. Sedangkan pada perlakuan (I) antara I1, I2, I3, I4, I5 dan I6 terdapat perbedaan atau pengaruh terhadap pertumbuhan sel *T. chuii* yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi $0,05$ yaitu 0 . Sehingga perlu dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui tingkat efektivitas perlakuan terhadap penambahan jumlah sel dalam kultur laboratorium. Selain itu juga ditegaskan dengan tidak adanya pengaruh interaksi antara grup (G) dan Perlakuan (I) yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi $0,05$ yaitu $0,9$.

Tabel 4.2 Uji Duncan pengaruh Intensitas cahaya terhadap jumlah sel

Intensitas (I)	N	Subset	
		1	2
6	33	2.06×10^4	
5	33	2.67×10^4	
3	33	2.70×10^4	
4	33	3.18×10^4	
1	33	4.70×10^4	
2	33		1.09×10^5
Sig.		.116	1.000

I1= 4000 lux, I2= 5000 lux, I3= 6000 lux, I4= 8000 lux, I5= 10000 lux, I6= 12000 lux; N= banyaknya sampel; Subset= pengelompokan nilai beda. $E4=10^4$, $E5=10^5$.

Berdasarkan uji Duncan yang disajikan pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada keenam perlakuan intensitas cahaya yang diberikan (I) terdapat beda nyata yang dibuktikan dengan nilai signifikansi pada table 4.1. Dengan demikian beda nyata antar perlakuan yang diuji menggunakan Duncan jumlah rata-rata sel yang tumbuh dengan jumlah sel tertinggi didapat pada sel pada I2, yaitu pemberian intensitas 5000 lux yaitu dengan jumlah sel $1,09 \times 10^5$ sel/ml. Hal ini ditunjukkan pada table 4.2. Pada

tabel tersebut perlakuan yang tidak beda nyata dikelompokkan pada subset 1 yaitu I6, I5, I4, I3, dan I1, sedangkan perlakuan yang memiliki beda nyata dikelompokkan dalam subset 2, yaitu pada I2

Sedangkan jumlah sel terendah terdapat pada I6, yaitu pemberian intensitas cahaya sebesar 12.000 lux, yaitu dengan jumlah sel 2.06×10^4 sel/ml. Menurut Kurrataa'yun (2012) Intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menyebabkan fotoinhibisi dan pemanasan. Fotoinhibisi merupakan terhambatnya proses fotosintesis yang diakibatkan oleh tingginya intensitas cahaya, sehingga pada proses ini terjadi eksitasi cahaya dengan jumlah berlebih yang mampu mengakibatkan kerusakan pada kloroplas (Tanpa nama, 2009). Menurut Lidholm et al. (1987) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa kerusakan kloroplas mampu menyebabkan sintesis protein yang terjadi dalam kloroplas mengalami degradasi, sehingga proses tersebut mampu mengakibatkan laju fotosintesis menurun dan menghambat laju pertumbuhan.

Pada intensitas cahaya 4000 lux (I1) pertumbuhan sel *T. chunii* masih mampu mengalami pertumbuhan dengan baik ditunjukkan dengan jumlah sel yang lebih tinggi yaitu $4,7 \times 10^4$ sel/ml jika dibandingkan dengan intensitas yang lain (I3, I4, I5 dan I6). Hal ini masih sesuai dengan pernyataan Chrismadha *et al* (2007) bahwa penerimaan cahaya dengan intensitas rendah mampu memaksimalkan kinerja kloroplas.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Intensitas cahaya (I) berpengaruh terhadap pertumbuhan sel *T. chuii* dalam kultur skala laboratorium pada medium air laut. Sedangkan jumlah sel inokulan (G) dan interaksi antara I dan G tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penambahan jumlah sel *T. chuii* dalam kultur skala laboratorium. Pengaruh yang diberikan oleh Intensitas cahaya (I) dapat dilihat dari fase dan laju pertumbuhan sel *Chuii*. Intensitas cahaya yang paling efektif digunakan dalam kultur sel *T. chuii* adalah I2 yaitu 5000 lux, sedangkan yang paling tidak efektif yaitu pada I6 dengan intensitas 12000 lux.

5.2 SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kultur *T. chuii* skala laboratorium mengenai suhu dan pupuk alternatif, sehingga *T.chuii* mampu mencapai pertumbuhan optimum. Selain itu dalam melakukan kultur *T. chuii* harus memperhatikan sumber energi yang digunakan dalam penggunaan lampu, karena jika sewaktu-waktu sumber energy listrik padam dapat digantikan dengan penyediaan jenset, sehingga cahaya yang dibutuhkan selama kultur tetap tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Cahyaningsih, S., Muchtar, A. N. M., Purnomo, S. J., Kusumaningrum, I., Pujiati., Haryono, A., Slamet., dan Asniar. 2010. *Produksi Pakan Alami*. Balai Budidaya Air Payau Situbondo.
- Chrismadha. 1998. *Pertumbuhan dan Komposisi Biokimia Alga Tetraselmis sp. Pada Konsentrasi Nitrogen Tinggi*. Puslitbang. Limnologi. LIPI. Bogor.
- Fogg, G. E. and Thake, B. 1987. *Algae cultures and Phytoplankton Ecology*. London. The University of Winconsin Press.
- Hendersen-Seller , B. and Markland, H.R. 1987. *Decaying lakes. The origins and control of cultural eutropication*. John Willey and Sons. Chichester.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*. Kanisius. Yogyakarta.
- Naughton, S.J. 1998. *Ekologi Umum*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Salisbury, B.F., and Ross.W.C. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung. ITB.
- Steel, G. D. R., and Torrie. H. J. 1989. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Valiela I. 1984. *Marine ecological processes*. [e-book]. Springer-Verlag. New York.

Sumber Rujukan Tidak Diterbitkan

- Amini,S. 2004. Pengaruh Umur Ganggang Halus Laut jenis *Chlorella,sp* dan *Dunaliella,sp* terhadap Pigmen Klorofil dan Karotenoid Sebagai Bahan Baku Makanan Kesehatan.Jakarta.Seminar Nasional & Temu Usaha.Fakultas Pertanian Universitas Sahid.
- Anggraeni, N. 2009. Penentuan Parameter Pertumbuhan *Chlorella vulgaris*. Disertasi. Fakultas Teknik. ITB.
- Ayustama, A. L. S dan Sari, E. A. W. 2011. “Proses Produksi Mikroalga dalam Photobioreaktor Mini Pond Secara Batch Untuk Bahan Bakar Biodiesel”. Artikel. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.

- BBAPS, 2010. “Jurnal harian pertumbuhan sel *Tetraselmis chuii* Laboratorium Pakan Alami”. Tidak diterbitkan. Jurnal harian. Balai Budidaya Air Payau Situbondo. Situbondo.
- Hartini. 1999. “Pertumbuhan *Clamydomonas sp.* Pada Intensitas Cahaya Yang Berbeda”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Manado. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Kurrataa'yun. 2012. “Planktonologi”. Fakultas Biologi. Intitut Teknologi Bandung.
- Pabintan, K. 2007. “ Pengaruh Intensitas Cahaya dan Panjang Hari Terhadap Laju Pertumbuhan *Protococcus sp.* Pada Medium Air Dalam Kemasan”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Rostini, I. 2007. “Kultur Fitoplankton (*Chlorella sp.* dan *Tetraselmis chuii*) Pada skala Laboratorium”. Karya Ilmiah. Universitas Padjajaran Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan. Jatinagor
- Wibowo, M.S. 2011. “Pertumbuhan Mikroorganisme” Karya ilmiah. School of pharmacy ITB.

Sumber Rujukan Terbitan Berkala

- Balai Budidaya Laut Lampung. 2002. Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton. *Seri Budidaya Laut No. 9:32-33.*
- Chrismadha, T., Suryatini, D. dan Mardiaty, Y. 2007. “Respon Kultur Mikroalga Dalam Fotoreaktor Tegak Berpenyekat Terhadap Variasi Intensitas Cahaya” *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia (2007) 33: 245 - 256* ISSN 0125-9830.
- Ferianita, M., Fachrul., Haeruman, H., Listari, C., dan Sitepu. 2005. *Komunitas fitoplankton sebagai Bio-Indikator kualitas perairan teluk Jakarta.* Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Arsitektur Lansekap Teknologi Lingkungan. Universitas Trisakti.
- Foy, R. H., Gibson. C. E and Smith. R. V. 1975. The Influence of Day Length, Light Intensity and Temperature on The Growth Rates of Planktonic Blue Green Algae. *British Phycological Journal* 11:151-163.

- Hidayah, N. dan Yulianti, T. 2010. Pengaruh Waktu Inokulasi dan Jumlah Inokulum Terhadap Patogenisitas *Phytophthora nicotianae* pada Bibit Tembakau. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* 2(2), Oktober 2010:75-80 ISSN: 2085-671.
- Matakupan, J. 2009. Study Kepadatan *Tetraselmis chuii* yang Dikultur Pada Intensitas Cahaya yang Berbeda. Jurusan Manajemen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Patimura Ambon. *Jurnal TRITON volume 5, Nomor 2, Oktober 2009, hal 31- 35.*
- Mahreni dan Suhenry, S. 2011. Kinetika Pertumbuhan sel *Sacharomyces cerevisiae* dalam Maedia Tepung Kulit Pisang. Prodi Teknik Kimia. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. *Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses, 26 Juli 2011 Issn : 1411-4216.*
- Pertamawati. 2010. Pengaruh fotosintesis terhadap Pertumbuhan tanaman kentang (*solanum tuberosu* 1.) Dalam lingkungan Fotoautotrof secara *invitro*. *Pusat TFM - BPP Teknologi. BPPP Gd. II It. 15- Jl MH. Thamrin no 8 Jakarta 10340.*
- Supriyantini, E., Ambariyanto., dan Widowati, I. 2007. *Pengaruh Pemberian Pakan Alami Tetraselmis Chuii Dan Skeletonema Costatum Terhadap Kandungan Asam Lemak Omega 6 (Asam Arakhidonat) Pada Kerang Totok Polymesoda Erosa.* Staf pengajar FPIK UNDIP.
- Sutomo. 2005. Kultur tiga jenis mikroalga (*Teraselmis sp., Chlorella sp., dan Chaetoceros gracillis*) dan pengaruh kepadatan awal terhadap pertumbuhan *Chaetoceros gracillis* di laboratorium. *Oseanologi dan limnologi di Indonesia* 2005. No.37: 43-58.

Sumber Rujukan dari Media Elektronik (*Internet*)

- Lidholm, J., Gustafsson, P., and Oquist, G. 1987. Photoinhibition of Photosynthesis and its Recovery in the Green Alga *Chlamydomonas reinhardtii*. [online] <http://www.nrel.gov/biomass/pdfs/dismukes.pdf>. [3 Oktober 2012].
- UNY. 2008. *Materi Kuliah*. Yogyakarta. [online] [Staff.uny.ac.id](http://staff.uny.ac.id) [2 Februari 2013].
- Tanpa Nama. 2009. *Kloroplas*. <http://www.sith.itb.ac.id.pdf>. [24 November 2012].
- Wibawa, M. A. 2009. *Biologi Tetraselmis sp.* [online] [http:// zonaikan. wordpress. Com /2009/12/22/biologi-tetraselmis-sp/](http://zonaikan.wordpress.com/2009/12/22/biologi-tetraselmis-sp/). [16 Maret 2012].

LAMPIRAN

A. Tabel aklimatisasi

Minggu ke-	hari/Tanggal	Jumlah sel /24jam							Keterangan
		hari ke-1	hari ke-2	hari ke-3	hari ke-4	hari ke-5	hari ke-6	hari ke-7	
1	kamis/31512	40000	40000	60000	50000	50000	60000	80000	Mati lampu
2	Kamis/7612	20000	40000	80000	110000	60000	100000	30000	Mati lampu
3	Kamis/14612	30000	40000	60000	60000	80000	90000	100000	Normal
4	Kamis/21612	20000	30000	60000	70000	40000	60000	100000	Normal
5	Kamis/28612	20000	40000	60000	80000	110000	140000	210000	Normal
6	Kamis/5712	40000	60000	70000	70000	80000	80000	100000	Normal
7	Kamis/12712	20000	30000	40000	40000	60000	50000	80000	normal

B. Tabel Perlakuan

Tabel Perlakuan												
Kelompok	Jumlah sel tiap 24jam											
	Intensitas (I)	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
G1	I1	20000	20000	20000	30000	40000	30000	80000	90000	40000	40000	70000
	I3	10000	20000	20000	20000	20000	40000	60000	30000	20000	30000	20000
	I4	20000	20000	30000	60000	60000	50000	60000	60000	70000	20000	20000
	I5	20000	20000	20000	40000	40000	20000	40000	30000	40000	20000	20000
	I6	10000	10000	30000	30000	30000	40000	30000	30000	40000	0	0
Kontrol	I2	20000	30000	40000	60000	60000	80000	90000	100000	120000	120000	140000
G2	I1	20000	20000	30000	50000	50000	60000	60000	100000	60000	80000	140000
	I3	10000	20000	20000	30000	30000	30000	40000	40000	20000	20000	20000
	I4	10000	10000	10000	20000	30000	40000	40000	60000	40000	20000	20000
	I5	10000	10000	20000	20000	30000	30000	30000	60000	30000	20000	20000
	I6	20000	20000	10000	30000	50000	60000	30000	10000	0	0	0
Kontrol	I2	20000	20000	40000	60000	80000	110000	140000	210000	210000	240000	240000
G3	I1	20000	20000	20000	30000	30000	40000	60000	70000	50000	30000	30000
	I3	20000	20000	20000	30000	40000	30000	40000	50000	30000	20000	20000
	I4	10000	10000	20000	20000	30000	40000	40000	50000	20000	20000	20000
	I5	20000	20000	20000	30000	30000	10000	40000	50000	30000	20000	20000
	I6	10000	20000	30000	20000	20000	20000	30000	40000	10000	0	0
Kontrol	I2	20000	20000	30000	40000	40000	60000	50000	80000	100000	80000	120000

G1= inokulan $1,0 \times 10^5$ sel/ml; G2= inokulan $2,110^5$ sel/ml; G3= inokulan $0,8 \times 10^5$ sel/ml; I1(4000 lux); I2 (5000 lux); I3 (6000 lux); I4 (8000 lux); I5 (10000 lux); I6 (120000 lux); L0(0 hari); L1(1 hari); L2 (2 hari); L2 (2 hari); L3 (3 hari); L4 (4 hari); L5 (5 hari); L6 (6 hari); L7 (7 hari); L8 (8 hari); L9 (9 hari); L10 (10 hari).

 : Fase adaptasi

 : Fase stasioner yang mengalami fluktuasi

 : Fase eksponensial

 : Fase eksponensial yang mengalami fluktuasi

 : Fase penurunan kecepatan tumbuh

C. Laju Pertumbuhan

C1. Laju Pertumbuhan pada G1

sel (sel/ml)	K (I1)	L	sel (sel/ml)	K (I2)	L	sel (sel/ml)	K (I3)
20000		0	20000		0	10000	
20000	0	1	30000	33200	1	20000	33200
20000	0	2	40000	33200	2	20000	16600
30000	11066.67	3	60000	44266.667	3	20000	11066.67
40000	16600	4	60000	33200	4	20000	8300
30000	6640	5	80000	39840	5	40000	19920
80000	33200	6	90000	38733.333	6	60000	27666.67
90000	33200	7	100000	37942.857	7	30000	9485.714
40000	8300	8	120000	41500	8	20000	4150
40000	7377.778	9	120000	36888.889	9	30000	7377.778
70000	16600	10	140000	39840	10	20000	3320

sel (sel/ml)	K (I4)	L	sel (sel/ml)	K (I4)	L	sel (sel/ml)	K (I4)
20000		0	20000		0	10000	
20000	0	1	20000	0	1	10000	0
30000	16600	2	20000	0	2	30000	33200
60000	44266.67	3	40000	22133.333	3	30000	22133.33
60000	33200	4	40000	16600	4	30000	16600
50000	19920	5	20000	0	5	40000	19920
60000	22133.33	6	40000	11066.667	6	30000	11066.67
60000	18971.43	7	30000	4742.8571	7	30000	9485.714
70000	20750	8	40000	8300	8	40000	12450
20000	0	9	20000	0	9	0	-3688.89
20000	0	10	20000	0	10	0	-3320

L= Lama hari; K(I1)= Laju pertumbuhan pada 4000 lux, K(I2)= Laju pertumbuhan pada 5000 lux, K(I3)= Laju pertumbuhan pada 6000 lux, K(I4)= Laju pertumbuhan pada 8000 lux, K(I5)= 10000 lux, K(I6)= Laju pertumbuhan pada 12000 lux.

C2. Laju pertumbuhan pada G2

L	sel (sel/ml)	K (I1)	L	sel (sel/ml)	K (I2)	L	sel (sel/ml)	K (I3)
0	20000		0	20000		0	10000	
1	20000	0	1	20000	0	1	20000	33200
2	30000	16600	2	40000	33200	2	20000	16600
3	50000	33200	3	60000	44266.667	3	30000	22133.333
4	50000	24900	4	80000	49800	4	30000	16600
5	60000	26560	5	110000	59760	5	30000	13280
6	60000	22133.333	6	140000	66400	6	40000	16600
7	100000	37942.857	7	210000	90114.286	7	40000	14228.571
8	60000	16600	8	210000	78850	8	20000	4150
9	80000	22133.333	9	240000	81155.556	9	20000	3688.8889
10	140000	39840	10	240000	73040	10	20000	3320
L	sel (sel/ml)	K (I4)	L	sel (sel/ml)	K (I5)	L	sel (sel/ml)	K (I6)
0	10000		0	10000		0	20000	
1	10000	0	1	10000	0	1	20000	0
2	10000	0	2	20000	16600	2	10000	-16600
3	20000	11066.667	3	20000	11066.667	3	30000	11066.667
4	30000	16600	4	30000	16600	4	50000	6
5	40000	19920	5	30000	13280	5	60000	26560
6	40000	16600	6	30000	11066.667	6	30000	5533.3333
7	60000	23714.286	7	60000	23714.286	7	10000	-4150
8	40000	12450	8	30000	8300	8	0	-8300
9	20000	3688.8889	9	20000	3688.8889	9	0	-7377.78
10	20000	3320	10	20000	3320	10	0	-6640

L= Lama hari; K(I1)= Laju pertumbuhan pada 4000 lux, K(I2)= Laju pertumbuhan pada 5000 lux, K(I3)= Laju pertumbuhan pada 6000 lux, K(I4)= Laju pertumbuhan pada 8000 lux, K(I5)= 10000 lux, K(I6)= Laju pertumbuhan pada 12000 lux.

C3. Laju pertumbuhan pada G3

L	sel (sel/ml)	K (I1)	L	sel (sel/ml)	K (I2)	L	sel (sel/ml)	K (I3)
0	20000		0	20000		0	20000	
1	20000	0	1	20000	0	1	20000	0
2	20000	0	2	30000	16600	2	20000	0
3	30000	11066.66667	3	40000	22133.33333	3	30000	11066.66667
4	30000	1	4	40000	16600	4	40000	16600
5	40000	13280	5	60000	26560	5	30000	6640
6	60000	22133.33333	6	50000	16600	6	40000	11066.66667
7	70000	23714.28571	7	80000	14228.57143	7	50000	14228.57143
8	50000	12450	8	10000	-4150	8	30000	4150
9	30000	3688.888889	9	80000	29511.11111	9	20000	0
10	30000	3320	10	120000	33200	10	20000	0

L	sel (sel/ml)	K (I4)	L	sel (sel/ml)	K (I5)	L	sel (sel/ml)	K (I6)
0	10000		0	20000		0	10000	
1	10000	0	1	20000	0	1	20000	33200
2	20000	16600	2	20000	0	2	30000	33200
3	20000	11066.66667	3	30000	11066.66667	3	20000	11066.66667
4	30000	16600	4	30000	8300	4	20000	8300
5	40000	19920	5	10000	-6640	5	20000	6640
6	40000	16600	6	40000	11066.66667	6	30000	11066.66667
7	50000	18971.42857	7	50000	14228.57143	7	40000	14228.57143
8	20000	4150	8	30000	4150	8	10000	0
9	20000	3688.888889	9	20000	0	9	0	-3688.88889
10	20000	3320	10	20000	0	10	0	-3320

L= Lama hari; K(I1)= Laju pertumbuhan pada 4000 lux, K(I2)= Laju pertumbuhan pada 5000 lux, K(I3)= Laju pertumbuhan pada 6000 lux, K(I4)= Laju pertumbuhan pada 8000 lux, K(I5)= 10000 lux, K(I6)= Laju pertumbuhan pada 12000 lux

D. Analisis Statistik

D.1 Analisis varian (*Univariate Analysis of Variance*)

Between-Subjects Factors

		N
Grup	1	66
	2	66
	3	66
Perlakuan	1	33
	2	33
	3	33
	4	33
	5	33
	6	33

D.2 Analisis pengaruh tiap variabel terhadap jumlah sel

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: sel

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.024E11 ^a	17	1.191x10 ¹⁰	3.285	.000
Intercept	3.770E11	1	3.770x10 ¹¹	104.024	.000
Grup	1.694E9	2	8.470x10 ⁸	.234	.792
Perlakuan	1.812E11	5	3.624x10 ¹⁰	10.000	.000
Grup * Perlakuan	1.948E10	10	1.948x10 ⁹	.538	.862
Error	6.524E11	180	3.624x10 ⁹		
Total	1.232E12	198			
Corrected Total	8.548E11	197			

a. R Squared = .237 (Adjusted R Squared = .165)

D.3 Analisis pengaruh tiap perlakuan (Intensitas) terhadap jumlah sel (Uji Duncan)

Intensitas (I)	N	Subset	
		1	2
6	33	2.06E4	
5	33	2.67E4	
3	33	2.70E4	
4	33	3.18E4	
1	33	4.70E4	
2	33		1.09E5
Sig.		0.116	1

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 3624343434.344

D.4 Analisis pengaruh tiap Grup terhadap jumlah sel (Uji Duncan)

Grup (G)	N	Subset
		1
1	66	4.03x10 ⁴
3	66	4.32x10 ⁴
2	66	4.74x10 ⁴
Sig.		0.526

Dinyatakan ada variasi jumlah sel akibat variabel jika nilai signifikansi (sig.) 0,05