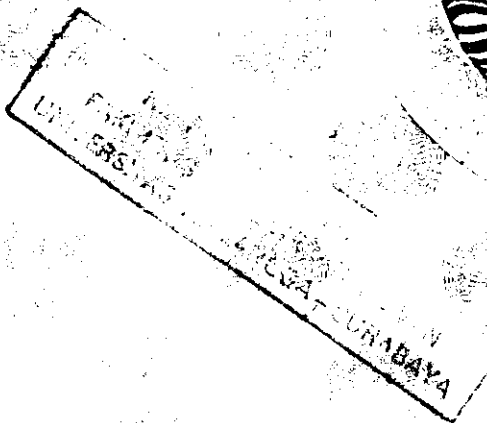


**PENGARUH PEMBERIAN KONSENTRASI UREA YANG  
BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN  
*Nannochloropsis oculata***

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI S-I BUDIDAYA PERAIRAN**



**Oleh :**

**SLAMET AGUS WIJAYA  
SIDOARJO - JAWA TIMUR**

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2006**

**PENGARUH PEMBERIAN KONSENTRASI UREA YANG  
BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN  
*Nannochloropsis oculata***

**Skripsi sebagai Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Perikanan pada Program Studi S-1 Budidaya Perairan  
Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga**

**Oleh :**

**SLAMET AGUS WIJAYA**

**NIM. 060110010 P**

Menyetujui,

Komisi Pembimbing



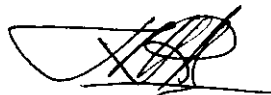
Ir. Yudi Cahyoko, M.Si  
Pembimbing I



Epy Muhammad Luqman, M.Si., Drh  
Pembimbing II

Mengetahui,

Ketua Program studi S-1  
Budidaya Perairan



Prof. Dr. Hj. Sri Subekti, DEA., Drh.  
NIP. 130 687 296

Setelah mempelajari dan menguji dengan sungguh-sungguh, kami berpendapat bahwa Laporan Skripsi ini, baik ruang lingkup maupun kualitasnya dapat diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan.

Menyetujui

Panitia Penguji



Ir. Boedi Setya Rahardja, MP.  
Ketua



Ir. Rahayu Kusdarwati, M.kes.  
Sekretaris



Didik Handijatno, MS., Drh.  
Anggota



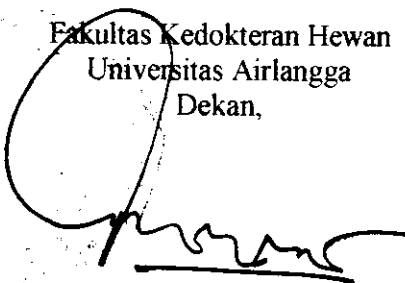
Ir. Yudi Cahyoko, M.Si.  
Anggota



Epy Muhammad Luqman, M.Si., Drh.  
Anggota

Surabaya, 27 Juni 2006.....

Fakultas Kedokteran Hewan  
Universitas Airlangga  
Dekan,



Prof. Dr. Ismudiono, M.S., Drh.  
NIP. 130 687 297

## RINGKASAN

**SLAMET AGUS WIJAYA. Skripsi Pengaruh Pemberian Konsentrasi Urea yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. Dosen Pembimbing Ir. YUDI CAHYOKO, M.Si dan EPY MUHAMMAD LUQMAN, M.Si., Drh.**

*Nannochloropsis oculata* adalah alga bersel satu yang termasuk ke dalam kelas *Eustigmatophyceae*, yang biasa di kenal sebagai *marine chlorella* dan umumnya dibudidayakan di pembenihan-pembenihan ikan sebagai pakan rotifer. *N. oculata* mempunyai peranan penting dalam suatu kegiatan pembenihan karena kandungan nutrisinya yang tinggi dan memiliki kemampuan memproduksi bahan-bahan yang sangat penting seperti pigmen (zeaxanthin dan astaxanthin) dan *Poly Unsaturated Fatty Acid* (PUFA). Pembenihan membutuhkan *N. oculata* dengan kuantitas serta kualitas yang baik, dalam hal ini adalah kepadatan sel serta kandungan protein yang tinggi.

Nitrogen merupakan nutrisi pembatas yang sangat penting bagi pertumbuhan *N. oculata* dan juga untuk pembentukan protein, namun jika konsentrasi N terlalu tinggi maka akan menyebabkan pertumbuhan yang sangat cepat atau *blooming plankton*. Sumber N pada penelitian ini diperoleh dari urea. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi urea yang terbaik yang dapat memberikan kepadatan sel dan kandungan protein tertinggi dari *N. oculata*.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan konsentrasi urea yaitu 0 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm. Masing-masing perlakuan mendapat ulangan sebanyak 3 kali. Parameter yang diamati adalah kepadatan sel serta kandungan protein *N. oculata*.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan konsentrasi urea 40 ppm mampu menghasilkan kepadatan sel tertinggi yaitu  $16,27 \times 10^6$  sel/ml pada hari keenam setelah inokulasi atau pada akhir fase eksponensial dan juga perlakuan dengan konsentrasi urea 40 ppm mampu menghasilkan kandungan protein tertinggi (95,89 µg/ml media).

Kata kunci : *Nannochloropsis oculata*; Urea; Nitrogen; Kepadatan Sel; Protein.

## SUMMARY

**SLAMET AGUS WIJAYA. Study about Effect of Different Concentration of Urea to the *Nannochloropsis oculata* Growth. Lecturer of Counselor Ir. YUDI CAHYOKO, M.Si and EPY MUHAMMAD LUQMAN, M.Si., Drh.**

*Nannochloropsis oculata* is a marine unicellular algae belonging to the Eustigmatophyceae, previously known as marine chlorella which is commonly cultivated in fish hatcheries as feed for rotifers. *N. oculata* has a major role in fish hatcheries due to its high nutritional value and the ability to produce valuable compounds, such as pigments (zeaxanthin and astaxanthin) and Poly Unsaturated Fatty Acids (PUFA). Fish hatcheries require *N. oculata* in good quantity and quality, in this case high cell density and protein content.

Nitrogen is a limiting nutrient which is important for *N. oculata* growth and to synthesize protein, but if the concentration of N is high it causes overgrowth of *N. oculata* or known as plankton blooming. In this study, sources of N is from urea. This study was done to find out the best concentration of urea which can produce the highest cell density and the highest protein content.

This experimental study used Completely Randomized Design with six treatments of urea i.e. 0 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, and 100 ppm. Each treatment had three replications. The observed parameters were cell density and protein content of *N. oculata*.

The result showed that concentration 40 ppm of urea produced highest cell density ( $16,27 \times 10^6$  cel/ml) in six days after the inoculation or in the end of the exponential phase and also the 40 ppm treatment produced the highest protein content (95,89  $\mu\text{g/ml}$ ).

**Key words :** *Nannochloropsis oculata*; Urea; Nitrogen; Cell Density; Protein.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagiMu ya Allah, karena atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayahMu penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul Pengaruh Pemberian Urea dengan Konsentrasi yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* dengan baik. Dengan selesainya penyusunan skripsi ini penulis haturkan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Prof. Dr. Ismudiono, M.S., Drh selaku Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga
2. Prof. Dr. Drh. Hj. Sri Subekti B.S., DEA selaku ketua program studi S – 1 Budidaya Perairan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.
3. Ir. Yudi Cahyoko, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah dengan sabar membimbing dan memberikan petunjuk kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Epy Muhammad Luqman, M.Si., Drh. selaku dosen pembimbing II yang juga telah dengan sabar membimbing dan memberikan petunjuk kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ir. Boedi Setya Rahardja, MP. Ir. Rahayu Kusdarwati M.Kes, dan Didik Handijatno, MS., Drh. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran demi perbaikan skripsi ini.
6. Ibuku tercinta (Alm), Ayah, Bu wiwik, Adik-adikku (Lucky, Aan, Rhesa) dan dek Yanti yang telah mendo'akan, memberikan motivasi serta semangat hingga akhir penyusunan laporan ini.

7. Sahabat-sahabatku Lukman, Topan, Gunesti yang telah banyak memberikan bantuan baik secara moril maupun spiritual hingga terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman Budidaya Perairan angkatan 2001 yang telah bersama-sama dalam suka dan duka selama ini.

Kepada seluruh pihak yang telah banyak membantu yang tidak dapat penulis sebutkan, mudah-mudahan segala amalan yang diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Amien.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan luput dari kekurangan baik isi maupun cara penyajiannya untuk itu penulis sangat mengharapkan adanya kritik, koreksi dan saran yang membangun demi perbaikan dan kesempurnaannya.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah informasi serta pengetahuan semua pihak pada umumnya dan bagi Mahasiswa Program Studi S-1 Budidaya Perairan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya pada khususnya. Jayalah terus perikanan Indonesia.

Surabaya, Juni 2006

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	iv
<b>SUMMARY</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
<b>II STUDI PUSTAKA</b> .....	5
2.1 <i>Nannochloropsis oculata</i> .....	5
2.1.1 Klasifikasi.....	5
2.1.2 Morfologi.....	5
2.1.3 Ekologi.....	6
2.1.4 Perkembangbiakan.....	11
2.1.5 Budidaya.....	12
2.2 Nitrogen (N).....	14
<b>III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS</b> .....	16
3.1 Kerangka Konseptual.....	16
3.2 Hipotesis Penelitian.....	19
<b>IV METODOLOGI</b> .....	20
4.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	20



4.2 Materi Penelitian.....	20
4.2.1 Bahan Penelitian.....	20
4.2.2 Alat Penelitian.....	20
4.3 Metode Penelitian.....	21
4.3.1 Rancangan Penelitian.....	21
4.3.2 Prosedur Kerja.....	23
4.3.2.1 Persiapan Penelitian.....	23
4.3.2.2 Pelaksanaan Penelitian.....	24
4.3.3 Parameter Uji.....	27
4.3.4 Analisis Data.....	27
<b>V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1 Hasil.....	28
5.1.1 Kepadatan Sel <i>N. oculata</i> .....	28
5.1.2 Kandungan Protein <i>N. oculata</i> .....	35
5.2 Pembahasan.....	35
5.2.1 Kepadatan Sel <i>N. oculata</i> .....	35
5.2.2 Kandungan Protein <i>N. oculata</i> .....	40
<b>VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1 Kesimpulan.....	46
6.2 Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>51</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Kepadatan Sel Rata-rata <i>N. oculata</i> ( $\times 10^6$ sel/ml) Tiap Perlakuan pada Hari ke 0 Sampai Hari ke 7.....	28
2. Hasil Rata - rata Kandungan Protein <i>N. oculata</i> pada Hari ke 5 Setelah Inokulasi dengan Pemberian Konsentrasi Urea yang Berbeda.....	34

## DAFTAR GAMBAR

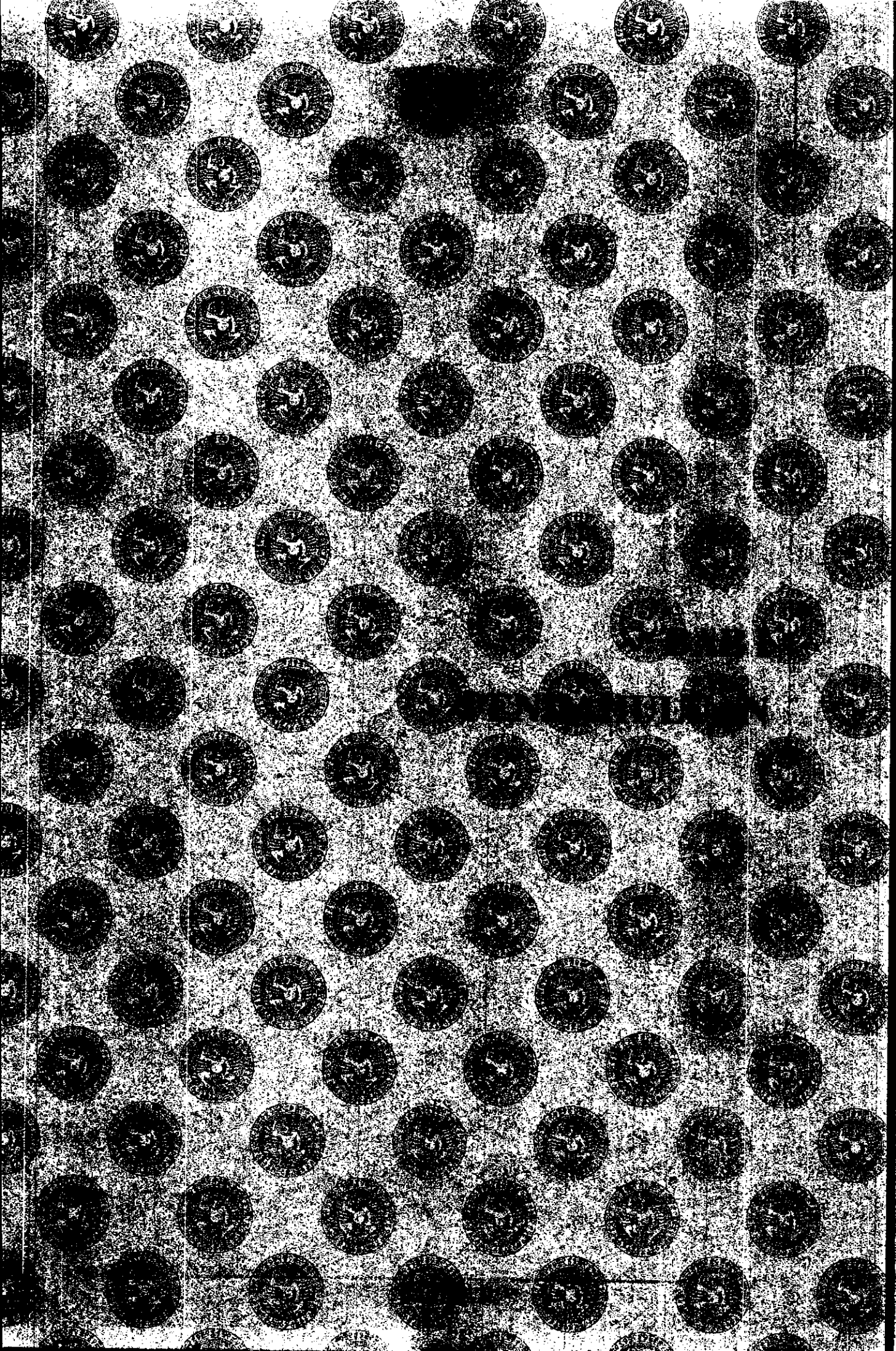
Gambar	Halaman
1. Morfologi <i>N. oculata</i> .....	6
2. Daur Hidup dan Cara Reproduksi <i>N. oculata</i> Secara Vegetatif Dengan Pembelahan.....	10
3. Daur Hidup dan Cara Reproduksi <i>N. oculata</i> Secara Vegetatif Dengan Spora.....	10
4. Pola Pertumbuhan Fitoplankton.....	11
5. Kerangka Konseptual Penelitian.....	18
6. Denah Penempatan Wadah Pemeliharaan <i>N. oculata</i> .....	22
7. Bagan Prosedur Kerja.....	26
8. Grafik Pertumbuhan <i>N. oculata</i> pada Perlakuan A dengan Konsentrasi Urea 0 ppm (x 10 <sup>6</sup> sel/ml) .....	29
9. Grafik Pertumbuhan <i>N. oculata</i> pada Perlakuan B dengan Konsentrasi Urea 20 ppm (x 10 <sup>6</sup> sel/ml).....	29
10. Grafik Pertumbuhan <i>N. oculata</i> pada Perlakuan C dengan Konsentrasi Urea 40 ppm (x 10 <sup>6</sup> sel/ml).....	30
11. Grafik Pertumbuhan <i>N. oculata</i> pada Perlakuan D dengan Konsentrasi Urea 60 ppm (x 10 <sup>6</sup> sel/ml).....	30
12. Grafik Pertumbuhan <i>N. oculata</i> pada Perlakuan E dengan Konsentrasi Urea 80 ppm (x 10 <sup>6</sup> sel/ml).....	31

13. Grafik Pertumbuhan <i>N. oculata</i> pada Perlakuan F dengan Konsentrasi Urea 100 ppm ( $\times 10^6$ sel/ml).....	31
14. Proses Pemanfaatan N oleh Fitoplankton.....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi Pupuk Untuk Budidaya <i>N. oculata</i> Skala Semi Massal di Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol dan Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo.....	51
2. Metode Kerja Analisa Kandungan Protein dengan Metode Lowry.....	52
3. Data Penghitungan Kepadatan sel <i>N. oculata</i> ( $\times 10^6$ sel/ml).....	53
4. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel <i>N. oculata</i> Pada Hari ke-0.....	55
5. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel <i>N. oculata</i> Pada Hari Pertama Setelah Inokulasi.....	56
6. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel <i>N. oculata</i> Pada Hari Kedua Setelah Inokulasi.....	57
7. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel <i>N. oculata</i> Pada Hari Ketiga Setelah Inokulasi.....	58
8. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel <i>N. oculata</i> Pada Hari Keempat Setelah Inokulasi.....	59
9. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel <i>N. oculata</i> Pada Hari Kelima Setelah Inokulasi.....	60
10. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel <i>N. oculata</i> Pada Hari Keenam Setelah Inokulasi.....	61
11. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel <i>N. oculata</i> Pada Hari Ketujuh Setelah Inokulasi.....	62
12. Analisis Ragam Data Kandungan Protein <i>N. oculata</i> ( $\mu\text{g/ml}$ media).....	63
13. Data Parameter Kualitas Air Selama Penelitian.....	65
14. Data Penghitungan Kontaminan Selama Penelitian.....	68
15. Rumus Penghitungan <i>N. oculata</i> .....	69

16. Denah Penempatan Wadah Pemeliharaan Selama Penelitian.....	70
17. Alat Untuk Menghitung Kepadatan Sel <i>N. oculata</i> .....	71
18. Alat Untuk Menganalisa Kandungan Protein <i>N. oculata</i> .....	72
19. Alat Untuk Mengukur Parameter Kualitas Air.....	73



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perairan laut Indonesia mencakup dua per tiga luas seluruh wilayah negara Indonesia (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Luas perairan laut Indonesia diperkirakan sebesar 5,8 juta km<sup>2</sup> ([www.dkp.go.id](http://www.dkp.go.id), 2005<sub>a</sub>). Laut Indonesia memiliki potensi lestari sumber daya ikan sebesar 6,4 juta ton per tahun dan jumlah tangkapan yang diperbolehkan adalah 80% dari potensi lestari yaitu sekitar 5,12 juta ton per tahun, tapi sampai saat ini tingkat pemanfaatannya baru mencapai 4,4 juta ton. Potensi produksi sumber daya perikanan yang dapat dihasilkan dari usaha perikanan budidaya jauh lebih besar dari perikanan tangkap, yaitu sekitar 57,7 juta ton per tahun, dan baru diproduksi 1,6 juta ton per tahun (0,3%) (Dahuri, 2003).

Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan budidaya ikan adalah ketersediaan pakan alami. Ketersediaan pakan alami merupakan faktor penting dalam suatu usaha budidaya ikan khususnya pada usaha pembenihan. Dalam penyediaan pakan alami harus diperhatikan beberapa faktor, yaitu jumlah dan kualitas pakan (Priyambodo dan Wahyuningsih, 2000).

Djarajah (1995), mengungkapkan bahwa larva ikan merupakan masa paling kritis dalam siklus hidup ikan, masa kritis ini ditandai oleh semakin tinggi angka kematian (*mortalitas*). Kendala yang dirasakan cukup serius untuk mengatasi mortalitas larva ikan adalah kurangnya ketersediaan pakan alami, baik dalam jumlah maupun mutu (jenis, ukuran, dan kemurnian).



*Nannochloropsis oculata* (*marine chlorella*) adalah salah satu fitoplankton yang telah banyak di kultur secara massal sebagai pakan *Brachionus plicatilis*. Zooplankton tersebut telah dibudidayakan secara massal untuk pakan alami larva ikan dan organisme laut budidaya lainnya (Ismi, 1996). *N. oculata* merupakan salah satu jenis dari khlorella laut yang mempunyai kandungan *Poly Unsaturated Fatty Acid* (PUFA) cukup tinggi bila dibandingkan dengan yang lain (Sutarmat dan Ismi, 1996).

Pertumbuhan Fitoplankton seperti *Nannochloropsis oculata* erat kaitannya dengan ketersediaan hara makro (N, P, K, S, Na, Si, dan Ca) dan mikro (Fe, Zn, Mn, Cu, Mg, Ca, B) serta dipengaruhi kondisi lingkungan. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan *N. oculata* diantaranya cahaya, suhu, salinitas, tekanan osmose, dan pH, selain itu faktor genetik merupakan faktor internal yang sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat pertumbuhan fitoplankton (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Faktor lingkungan merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan *N. oculata*. Lingkungan mengandung unsur hara makro maupun mikro yang berbeda antara tempat yang satu dengan yang lain.

Tanpa mengesampingkan arti penting fungsi-fungsi unsur hara lainnya, N merupakan unsur hara dasar yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan fitoplankton (Taw, 1990). Lapedes (1977), mengungkapkan bahwa nitrogen merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan dalam jumlah paling banyak dibandingkan unsur hara lainnya. Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) juga

mengungkapkan bahwa unsur N sangat penting bagi fitoplankton guna pembentukan protein.

Nitrogen merupakan nutrisi pembatas yang turut berpengaruh terhadap laju pertumbuhan fitoplankton, namun jika ketersediaan N di air melimpah maka dikhawatirkan akan terjadi ledakan populasi fitoplankton tersebut atau biasa disebut *blooming plankton*, fitoplankton akan tumbuh dan berkembang biak dengan sangat cepat sehingga kepadatan meningkat (Markowitz, 1999).

Pertumbuhan yang pesat ini akan mengurangi masuknya penetrasi cahaya matahari ke dalam air. Kepadatan fitoplankton yang tinggi kemudian menurun akibat ketatnya persaingan dalam mendapatkan oksigen dan unsur hara, setelah fitoplankton mati biodegradasinya menyebabkan jumlah oksigen terlarut di air menurun drastis kemudian menciptakan kondisi anaerob ([www.terraneet.or.id](http://www.terraneet.or.id), 2003).

Dosis pupuk merupakan salah satu kunci keberhasilan budidaya *N. oculata*. Sampai saat ini balai-balai budidaya masih melakukan berbagai macam percobaan terkait penggunaan dosis yang optimal guna memperoleh laju pertumbuhan *N. oculata* yang terbaik.

Umumnya percobaan dilakukan dalam budidaya skala semi massal dan juga massal mengingat budidaya skala laboratorium dilaporkan telah memperoleh hasil yang cukup memuaskan. Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol menggunakan urea sebagai sumber N dengan dosis 80 ppm sedangkan Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo menggunakan dosis urea 40 ppm.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti akan melakukan penelitian mengenai pengaruh pemberian konsentrasi urea yang berbeda sebagai sumber N terhadap laju pertumbuhan *N. oculata*.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dalam penelitian ini, rumusan masalah yang dapat dikemukakan adalah :

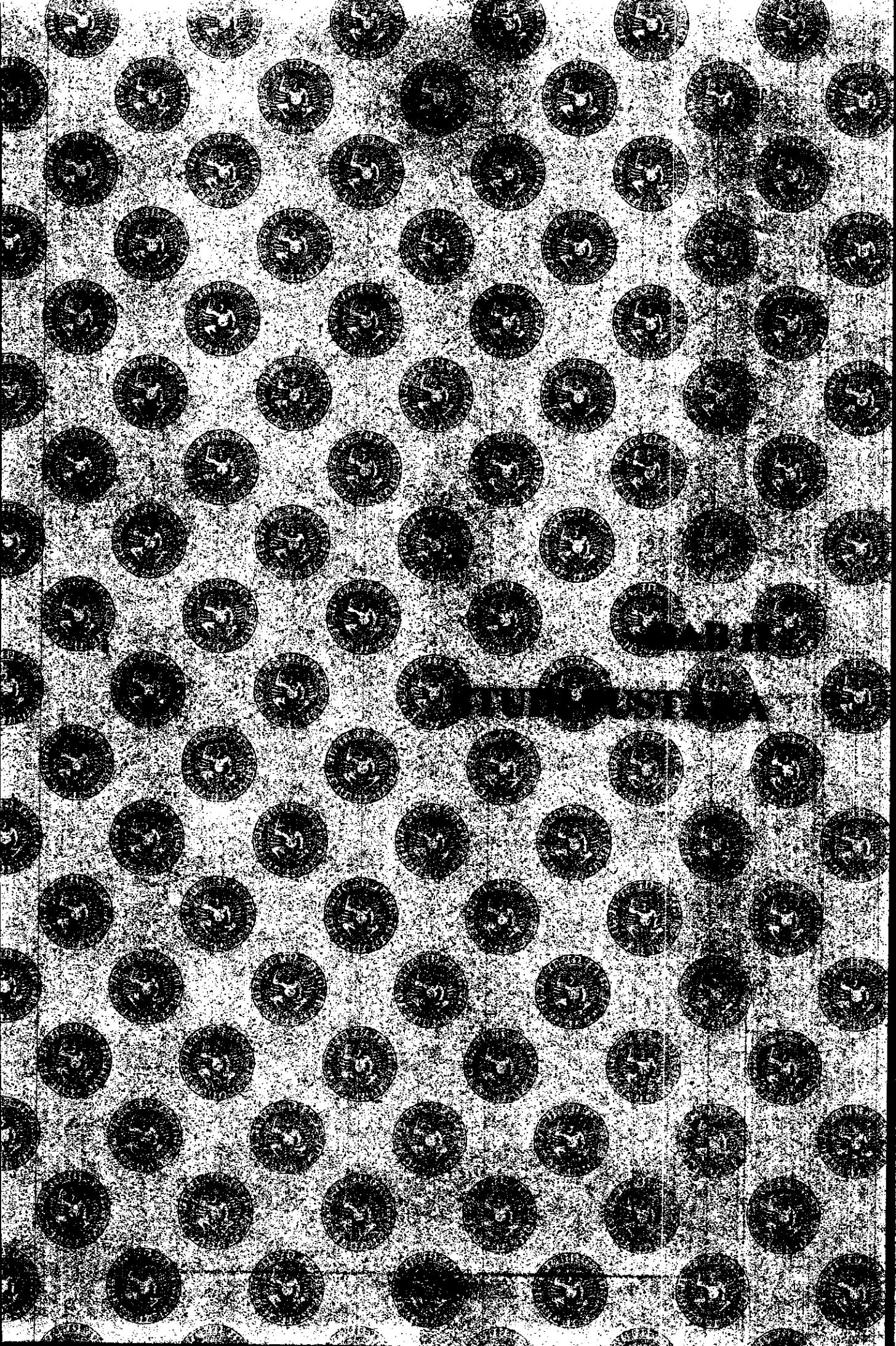
1. Berapakah konsentrasi urea yang tepat yang dapat menghasilkan kepadatan sel *N. oculata* yang tertinggi?
2. Berapakah konsentrasi urea yang tepat yang dapat menghasilkan kandungan protein *N. oculata* yang tertinggi?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi urea sebagai sumber N yang paling tepat bagi pertumbuhan *N. oculata*, ditinjau dari jumlah kepadatan sel dan kandungan protein yang dihasilkannya.

## **1.4 Manfaat**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan informasi mengenai konsentrasi urea sebagai sumber N yang paling baik bagi pertumbuhan *N. oculata*.



## II. STUDI PUSTAKA

### 2.1 *Nannochloropsis oculata*

#### 2.1.1 Klasifikasi

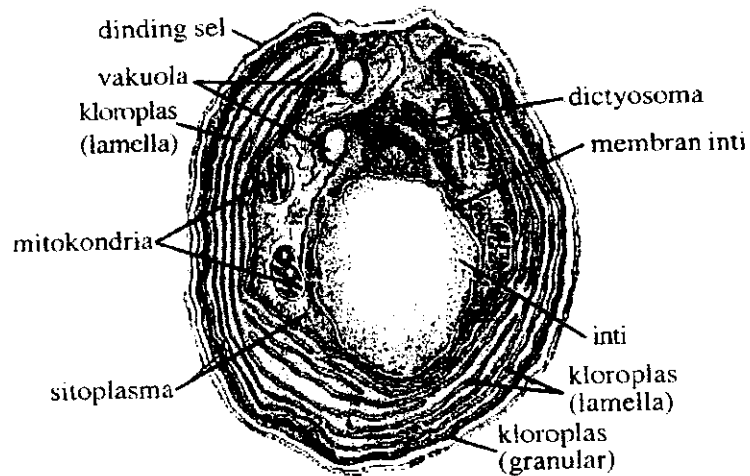
*N. oculata* (*marine chlorella*) merupakan alga hijau yang diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Protista  
Divisi : Heterokonthophyta  
Kelas : Eustigmatophyceae  
Genus : *Nannochloropsis*  
Spesies : *Nannochloropsis oculata*

([www.shigen.lab.nig.ac.jp](http://www.shigen.lab.nig.ac.jp), 2000)

#### 2.1.2 Morfologi

Bentuk sel *N. oculata* bulat atau bulat telur, merupakan alga bersel tunggal (*unicellular*), tetapi kadang dijumpai bergerombol, diameter selnya berkisar antara 2 – 8 mikron, berwarna hijau karena klorofil merupakan pigmen yang dominan, dinding selnya keras terdiri dari selulosa dan pektin, sel ini punya protoplasma yang berbentuk cawan, *N. oculata* dapat bergerak tetapi sangat lambat sehingga pada pengamatan seakan tidak bergerak (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Morfologi *N. oculata* dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Morfologi *N. oculata*** (Suriawiria, 2005).

### 2.1.3 Ekologi

Secara umum genus *Nannochloropsis* bersifat kosmopolit yang dapat tumbuh dimana-mana, kecuali pada tempat yang sangat kritis bagi kehidupannya. Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) menyatakan bahwa *N. oculata* dapat hidup pada salinitas 0 – 35 ppt sedangkan Agh dan Sorgeloos (2005) menyatakan bahwa reproduksi optimal masih akan tercapai pada salinitas tidak lebih dari 35 ppt. Pada suhu 40°C *N. oculata* masih dapat bertahan hidup tetapi tidak tumbuh (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Kadek *dkk.* (2002) menyatakan suhu 31°C adalah suhu optimal untuk budidaya semi massal. Intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk tumbuh optimal berkisar antara 1500-3000 lux (Ismi, 1996) sedangkan pH optimal bagi pertumbuhan adalah 7,0 – 8,4 (Marini, 2002).

Faktor lingkungan seperti cahaya, temperatur, salinitas,  $O_2$ ,  $CO_2$ , pH, serta alkalinitas memiliki pengaruh yang besar terhadap laju pertumbuhan *N. oculata*. Cahaya sebagai sumber energi untuk reaksi fotosintesis jelas akan berpengaruh terhadap laju fotosintesis tersebut. Secara umum fiksasi  $CO_2$  maksimum terjadi disekitar tengah hari, yakni pada saat intensitas cahaya mencapai puncaknya (Lakitan, 1995).

Agh dan Sorgeloos (2005) menyatakan bahwa, suhu merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam suatu lingkungan organisme air, suhu berpengaruh terhadap kandungan oksigen dalam perairan. Oksigen dibutuhkan oleh organisme air sebagai sumber energi, untuk tumbuh dan berkembang biak. Suhu merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan *N. oculata*. Suhu berpengaruh terhadap reaksi enzim, oleh karena itu suhu dapat juga mempengaruhi fotosintesis dan respirasi.

Faktor berikutnya adalah  $O_2$  yang merupakan bahan dasar kegiatan respirasi, dengan ketersediaan  $O_2$  yang cukup maka kegiatan respirasi akan berjalan dengan lancar. Semua alga menghasilkan  $O_2$  dan kebanyakan bersifat autotrof dan hanya sebagian kecil saja yang bersifat heterotrof ([www.id.wikipedia.org/wiki/fotosintesis](http://www.id.wikipedia.org/wiki/fotosintesis), 2005).

Faktor lainnya adalah  $CO_2$  yang merupakan bahan dasar bagi proses fotosintesis. Ketersediaan  $CO_2$  dalam air dengan jumlah tinggi akan menaikkan derajat keasaman air atau menurunkan pH air (Abidin, 1984). Tumbuhan

menggunakan CO<sub>2</sub> dan air untuk menghasilkan gula dan oksigen yang diperlukan sebagai makanannya ([www.id.wikipedia.org/wiki/fotosintesis](http://www.id.wikipedia.org/wiki/fotosintesis), 2005).

Derajat keasaman air (pH) berpengaruh terhadap aktivitas enzim. Umumnya terdapat pH optimal agar suatu enzim dapat berfungsi secara maksimal. Aktifitas enzim akan menurun pada pH yang lebih tinggi atau lebih rendah dari pH optimal. Dalam sel *N. oculata* enzim berperan dalam berbagai proses, diantaranya yang paling penting adalah peran enzim dalam proses fotosintesis dan respirasi (Lakitan, 1995).

Alkalinitas dalam air erat kaitannya dengan pH air tersebut. Alkalinitas secara khusus sering disebut sebagai besaran yang menunjukkan kapasitas *buffer-an* dari ion bikarbonat, karbonat, dan hidroksida dalam air. Ketiga ion tersebut dalam air akan bereaksi dengan ion hidrogen sehingga menurunkan keasaman dan menaikkan pH air ([www.o-fish.com](http://www.o-fish.com), 2003), sehingga fluktuasi pH sangat ditentukan oleh alkalinitas air tersebut.

Salinitas merupakan parameter penunjuk jumlah garam yang terlarut dalam air. Salinitas dinyatakan dengan satuan *parts per thousand* (*ppt* atau ‰). Salinitas berpengaruh terhadap keseimbangan tekanan osmose antara cairan yang ada di dalam sel dengan tekanan osmose cairan di luar sel *N. oculata* ([www.o-fish.com](http://www.o-fish.com), 2003).

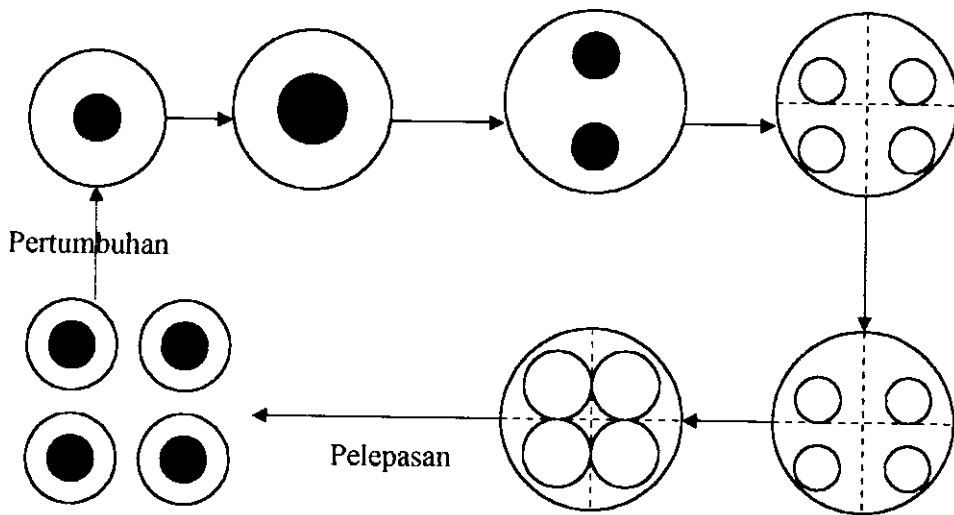
Tsai (1989) menyatakan bahwa ammonia merupakan produk sisa senyawa nitrogen yang berasal dari penguraian protein. Ammonia yang dikeluarkan melalui ekskresi organisme air dan pembusukan oleh bakteri dapat diserap sebagai hara oleh alga atau dioksidasi menjadi nitrit dan kemudian nitrat oleh



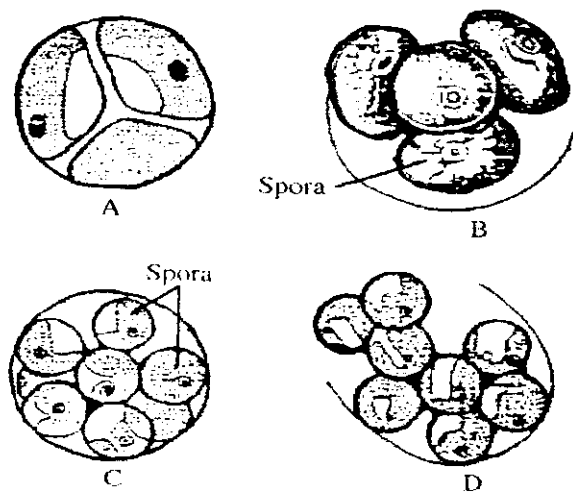
bakteri nitrifikasi aerobik. Ammonia pada konsentrasi tinggi dapat berbahaya bagi kehidupan organisme air, terutama pada waktu terjadi kematian massal fitoplankton. Kandungan ammonia dinyatakan dengan satuan *ppm*. Ammonia yang aman bagi suatu usaha pembenihan organisme laut adalah 0,1 *ppm*.

#### **2.1.4 Perkembangbiakan**

*N. oculata* berkembang biak secara vegetatif (aseksual) dan generatif (seksual). Perkembangbiakan secara vegetatif diawali dengan membentuk spora. Setiap sel induk mengeluarkan zoospora yang disebut aplanospora sebanyak 8 buah. Selanjutnya aplanospora berkembang menjadi individu-individu baru. Individu baru tersebut kemudian tumbuh dewasa dan masing-masing akan membentuk 8 aplanospora baru, begitu seterusnya. *N. oculata* juga berkembangbiak secara vegetatif dengan pembelahan dan perkembangbiakan secara generatif belum banyak diketahui (Djarjah, 1995). Daur hidup dan reproduksi secara vegetatif dengan pembelahan *N. oculata* dapat dilihat pada Gambar 2. dan reproduksi secara vegetatif dengan spora dapat dilihat pada Gambar 3.



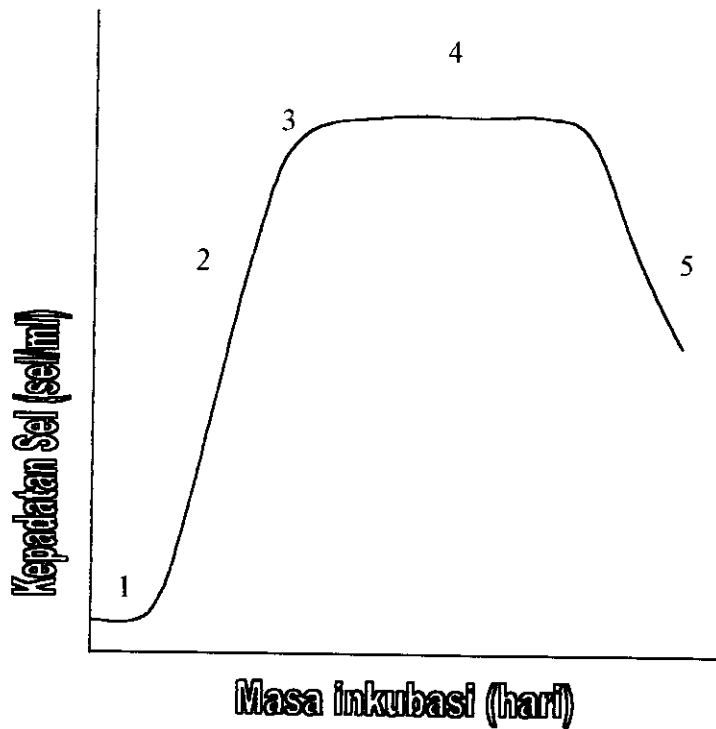
**Gambar 2. Daur Hidup dan Cara Reproduksi *N. oculata* Secara Vegetatif dengan Pembelahan (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).**



Keterangan : A : Sel induk yang siap membentuk spora.  
 B dan C: Pembentukan spora dari mulai 4, 8, sampai 16.  
 D : Spora keluar dari sel induk.

**Gambar 3. Daur Hidup dan Cara Reproduksi *N. oculata* Secara Vegetatif dengan Spora (Suriawiria, 2005)**

Omori dan Ikeda (1984), mengungkapkan bahwa pertumbuhan fitoplankton memiliki beberapa fase diantaranya fase istirahat, fase eksponensial atau logaritmik, fase menurunnya pertumbuhan, fase stasioner dan fase kematian. Pola pertumbuhan fitoplankton dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Pola Pertumbuhan Fitoplankton** (Omori dan Ikeda, 1984).

Fase yang pertama adalah fase istirahat, sesaat setelah penambahan inokulum ke dalam media budidaya, populasi tidak mengalami perubahan. Ukuran sel pada saat ini pada umumnya meningkat. Secara fisiologis fitoplankton sangat aktif dan terjadi proses sintesis protein baru. Organisme mengalami metabolisme, tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatan sel belum meningkat.

Fase yang kedua adalah fase logaritmik atau eksponensial, fase ini diawali oleh pembelahan sel dengan laju pertumbuhan tetap. Pada kondisi budidaya yang optimum, laju pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimal.

Fase yang ketiga adalah fase berkurangnya pertumbuhan relatif, merupakan fase akhir logaritmik dan fase awal stasioner, umumnya pemanenan dilakukan pada fase ini karena pada fase inilah sel mencapai kepadatan tertinggi.

Fase yang keempat adalah fase stasioner, pada fase ini pertumbuhan mulai mengalami penurunan dibandingkan dengan fase logaritmik. Pada fase ini laju reproduksi sama dengan laju kematian dengan demikian penambahan dan pengurangan fitoplankton relatif sama atau seimbang sehingga kepadatan sel tetap. Fase kelima atau yang terakhir adalah fase kematian, pada fase ini laju kematian lebih cepat daripada laju reproduksi sehingga jumlah kepadatan sel menurun.

### **2.1.5 Budidaya**

Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) mengungkapkan bahwa, budidaya *N. oculata* dibagi menjadi 3 skala budidaya yaitu skala laboratorium, skala semi massal, dan skala massal. Pembagian ini didasarkan atas perbedaan dalam volume pemeliharaan, jenis pupuk yang digunakan, serta lingkungan pemeliharaan.

Budidaya skala laboratorium, diawali dengan mempersiapkan air laut yang sudah steril dengan kadar garam 25 – 28 ppt, kemudian air dimasukkan dalam botol-botol budidaya yang telah disterilkan dengan volume bervariasi antara 0,5

liter sampai 3 liter. Sebelum inokulum dimasukkan sebanyak 1/3 volume botol budidaya, terlebih dahulu media budidaya berupa air laut dipupuk terlebih dahulu kemudian diaerasi. Jenis pupuk yang digunakan antara lain adalah pupuk larutan Allen Miquel atau Walne. Budidaya skala laboratorium memerlukan kondisi lingkungan yang sangat steril untuk menghindarkan terjadinya kontaminasi. Ruangan yang digunakan haruslah memiliki temperatur ruangan serta intensitas cahaya yang stabil, untuk menjaga agar suhu tetap stabil sepanjang hari yaitu dengan menggunakan *Air Conditioner* sedangkan sumber cahaya menggunakan lampu TL.

Budidaya skala semi massal merupakan kelanjutan dari skala laboratorium. Inokulum yang digunakan berasal dari hasil kultur budidaya skala laboratorium, inokulum dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan steril dengan volume lebih besar yang terlebih dahulu telah dipupuk dan diaerasi. Pupuk yang digunakan adalah sama dengan pupuk yang digunakan dalam budidaya skala massal yaitu ZA, Urea, TSP, Na<sub>2</sub>EDTA, dan FeCl<sub>3</sub>. Budidaya skala semi massal ini tidak lagi dilakukan di dalam laboratorium melainkan di luar ruangan, sumber cahaya utama mengandalkan cahaya matahari sedangkan lampu TL digunakan disaat intensitas cahaya matahari rendah.

Hasil produksi budidaya skala semi massal kemudian digunakan untuk budidaya skala massal. Budidaya skala massal menggunakan volume pemeliharaan sangat besar antara 1 – 20 ton. Pupuk yang digunakan yaitu ZA, Urea, TSP, Na<sub>2</sub>EDTA, dan FeCl<sub>3</sub>. Lingkungan pemeliharaan sangat bergantung pada alam karena wadah pemeliharaan berada di luar ruangan sehingga faktor-

faktor lingkungan seperti cahaya dan temperatur sulit dikontrol. Sumber cahaya yang digunakan hanya mengandalkan cahaya matahari saja. Komposisi pupuk yang digunakan dalam skala semi massal dan massal di Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol serta di Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo dapat kita lihat pada Lampiran 1. Pemanenan *N. oculata* harus dilakukan pada saat yang tepat yaitu pada saat *N. oculata* tersebut mencapai puncak populasi yaitu pada hari ke 4 atau ke 5.

## 2.2 Nitrogen (N)

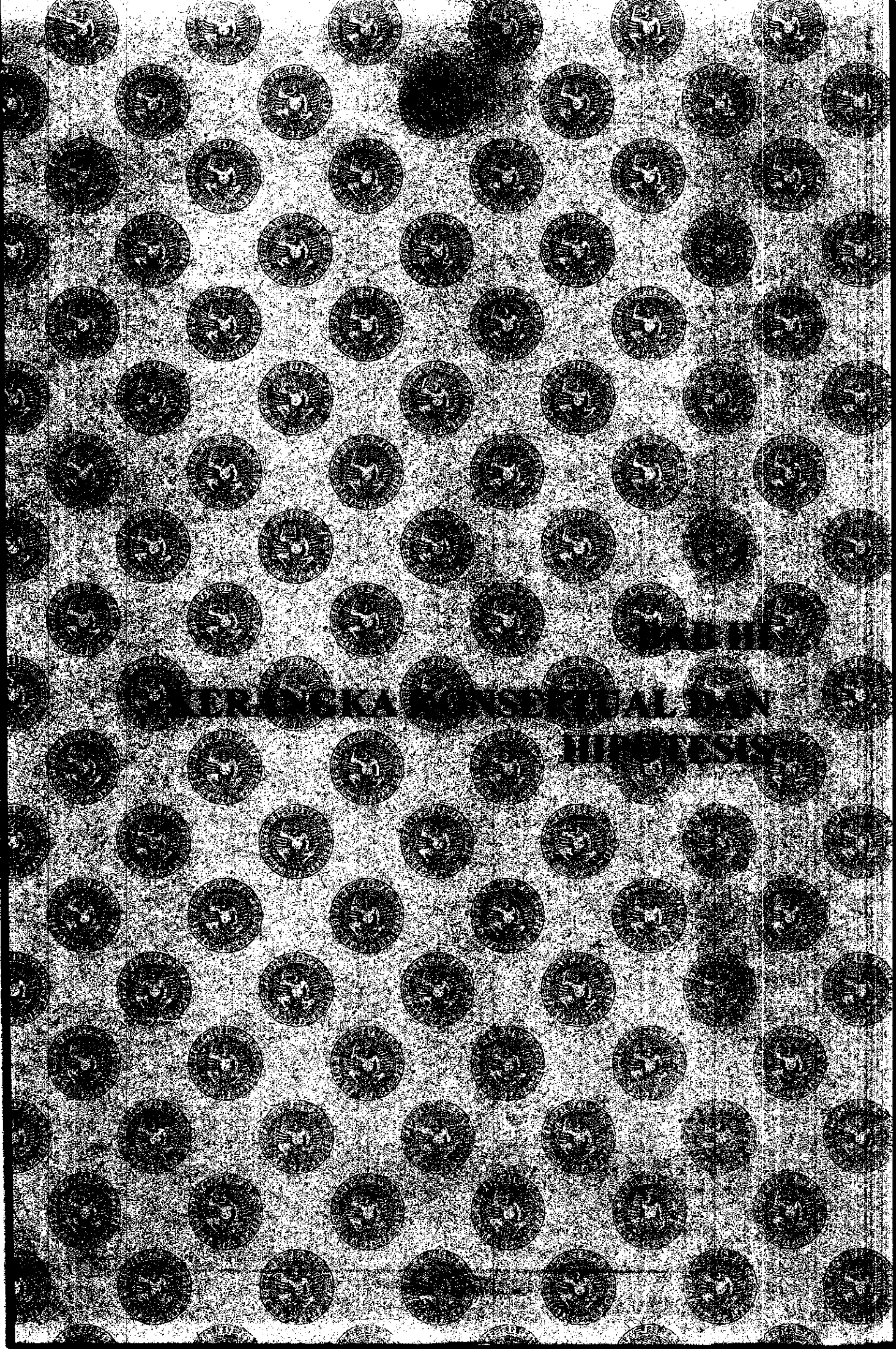
Nitrogen adalah salah satu elemen penting yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup baik itu tanaman maupun hewan. N tersebut digunakan oleh hewan dan tumbuhan untuk menyusun protein. Dalam suatu ekosistem perairan nitrogen ada dalam berbagai bentuk diantaranya ammonia ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), dan nitrit ( $\text{NO}_2$ ). Sumber utama nitrogen di perairan adalah berasal dari molekul nitrogen ( $\text{N}_2$ ) di atmosfer, yang merupakan 79% dari seluruh udara yang kita hirup. Sumber nitrogen yang lain adalah ekskresi dari organisme air serta hasil dekomposisi organisme mati oleh bakteri yang memecah molekul protein dalam jumlah besar menjadi ammonia, kemudian dengan bantuan bakteri seperti nitrosomonas dan nitrobakter ammonia diubah menjadi bentuk nitrit ( $\text{NO}_2$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3$ ). N dalam bentuk ammonia ( $\text{NH}_3$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3$ ) merupakan bentuk yang dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh fitoplankton dan juga merupakan

penyebab terjadinya *blooming* fitoplankton jika keberadaannya terlalu berlimpah (Markowitz, 1999).

Tanaman membutuhkan N untuk menyusun asam amino dan protein, yang sangat berperan dalam pertumbuhan tanaman tersebut. Tanaman dapat memanfaatkan N jika telah berbentuk ammonia ( $\text{NH}_3$ ) atau nitrat ( $\text{NO}_3$ ), tetapi yang paling banyak digunakan adalah nitrat ( $\text{NO}_3$ ), karena larut dalam air sehingga mudah diambil oleh akar ([www.umaine.edu](http://www.umaine.edu), 2002).

Lakitan (1995), mengungkapkan bahwa dalam jaringan tumbuhan nitrogen merupakan komponen penyusun dari banyak senyawa esensial bagi tumbuhan, misalnya asam-asam amino, karena setiap molekul protein tersusun dari asam-asam amino dan setiap enzim adalah protein, maka nitrogen juga merupakan unsur penyusun protein dan enzim, selain itu nitrogen juga terkandung dalam klorofil serta dalam hormon sitokinin. Klorofil merupakan katalisator fotosintesis (Harborne, 1987).

Dalam suatu kegiatan budidaya *N. oculata*, dibutuhkan unsur hara N yang diperoleh dari media pupuk. Untuk skala laboratorium misalnya dapat menggunakan  $\text{NaNO}_3$  atau  $\text{KNO}_3$  sebagai sumber N, sedangkan untuk skala massal dan semi massal sumber N diperoleh dari urea (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Rocha *et al.* (2003) juga mengungkapkan bahwa urea dapat digunakan sebagai sumber nitrogen pada budidaya *N. oculata*.





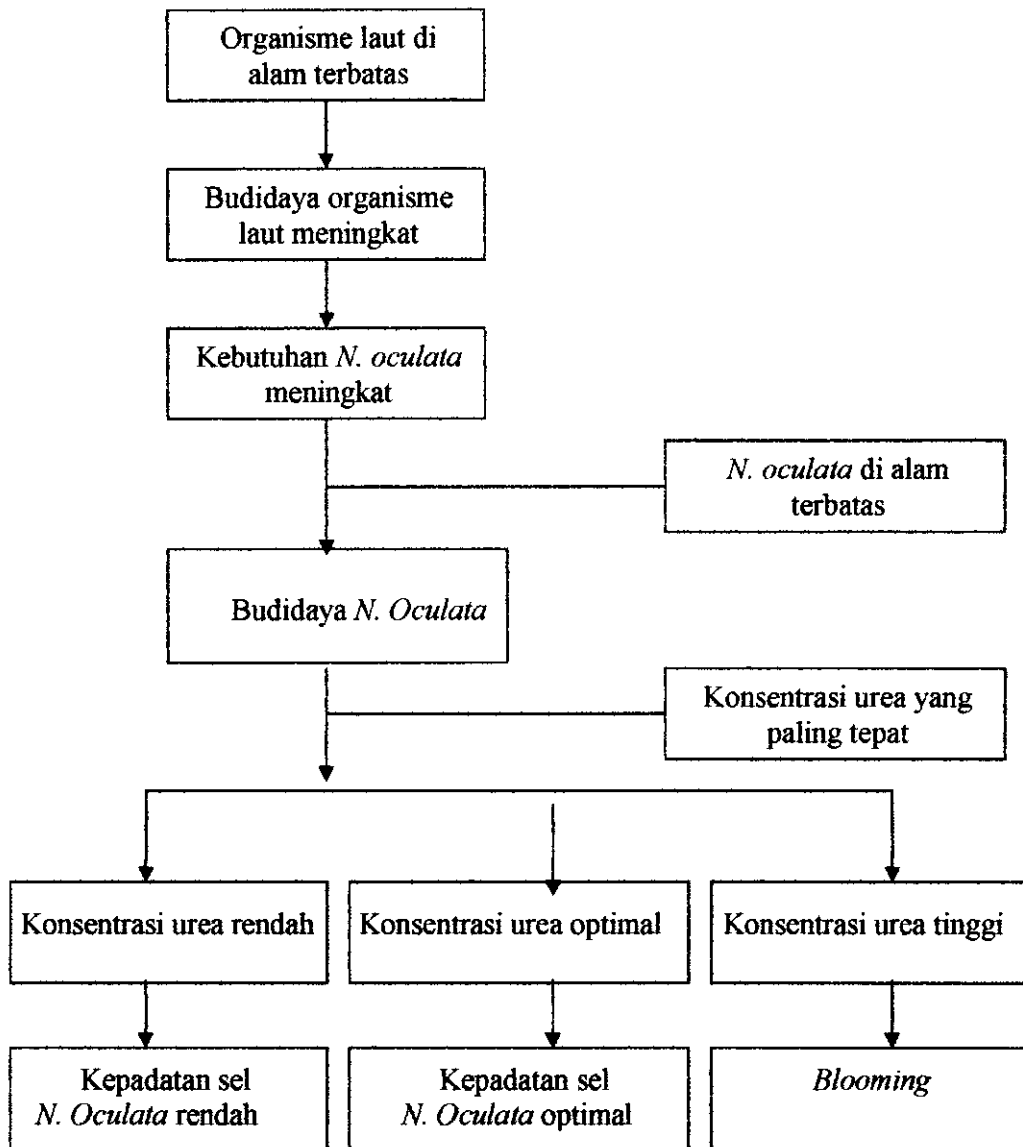
### III. KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS

#### 3.1 Kerangka Konseptual

Usaha pembenihan organisme laut yang semakin meningkat tidak akan terlepas dari suatu masalah. Salah satu masalah utama dalam usaha pembenihan adalah penyediaan kebutuhan pakan alami dalam kualitas serta kuantitas yang baik dalam hal ini *N. oculata*. Pemenuhan kebutuhan *N. oculata* tidak dapat selamanya bergantung pada alam, karena jumlah serta mutu *N. oculata* dari alam tidak menentu, mengingat pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan disekitarnya.

Banyak sekali faktor yang mempengaruhi berhasil atau tidaknya suatu usaha budidaya *N. oculata*, selain faktor lingkungan dan genetik, unsur hara merupakan salah satu faktor yang paling penting yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan *N. oculata*. Dalam suatu kegiatan budidaya pemenuhan kebutuhan unsur hara *N. oculata* dapat dilakukan melalui pemupukan. *N. oculata* membutuhkan sejumlah unsur hara untuk tumbuh dan berkembang biak dengan baik diantaranya unsur hara makro (N, P, K, S, Na, Si, dan Ca) dan juga unsur hara mikro (Fe, Zn, Mn, Cu, Mg, Mo, Co, B). Masing-masing unsur hara tersebut memiliki fungsi khusus dalam pertumbuhan *N. oculata*. Tanpa mengesampingkan arti penting hara lainnya unsur N merupakan hara yang sangat penting bagi pertumbuhan *N. oculata*, unsur N berperan dalam penyusunan asam amino dan terkandung dalam klorofil.

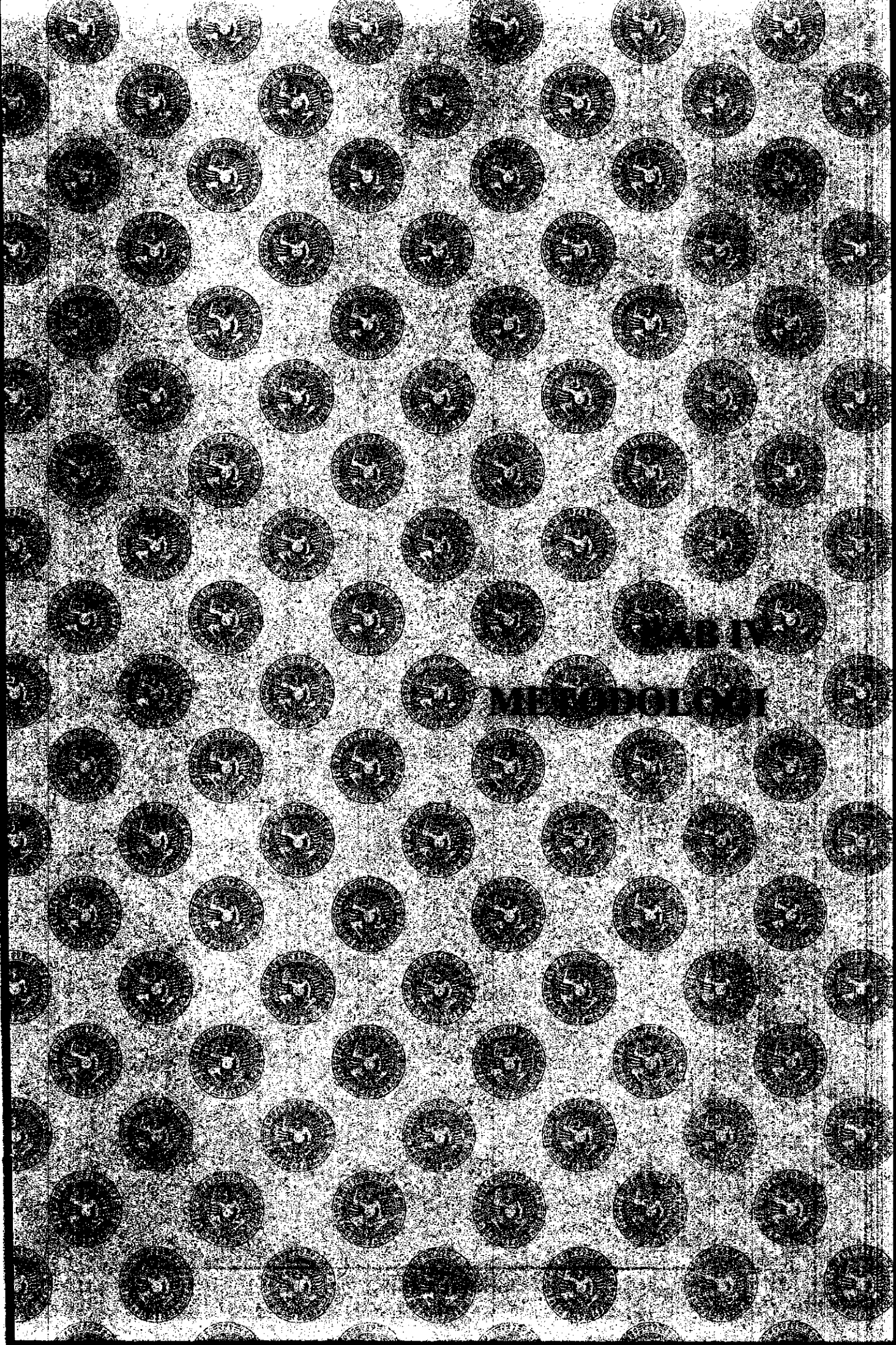
Penggunaan urea sebagai sumber N dalam jumlah tepat akan dapat memacu pertumbuhan fitoplankton tersebut, sebaliknya jika penggunaan urea rendah maka pertumbuhan fitoplankton akan terhambat, tetapi jika penggunaan konsentrasi urea terlalu tinggi maka akan terjadi *blooming*, populasi fitoplankton akan meningkat drastis dan akan turun kembali dengan sangat drastis pula akibat kematian. Secara skematis kerangka konseptual penelitian digambarkan pada Gambar 5.



**Gambar 5. Kerangka Konseptual Penelitian**

### **3.2 Hipotesis Penelitian**

Pemberian konsentrasi urea yang semakin meningkat akan dapat meningkatkan pertumbuhan *N. oculata*.



MEMORIAL

## IV. METODOLOGI

### 4.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 1 Desember 2005 hingga 1 Januari 2006, bertempat di Laboratorium Pendidikan Perikanan dan Laboratorium Bakteriologi dan Mikologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga serta *Tropical Disease Center* (TDC) Universitas Airlangga.

### 4.2 Materi Penelitian

#### 4.2.1 Bahan Penelitian

Bibit *N. oculata*, urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), air laut steril, *Zwavelzuur Ammonia* (ZA), air tawar, *Triple Super Phospate* (TSP), klorin, *Ferric Chloride* ( $\text{FeCl}_3$ ), Na- Thiosulfat, *Natrium Ethylene Diamine Tetraacetic Acid* ( $\text{Na}_2\text{EDTA}$ ), formalin, *Disodium Carbonate* ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), *Sodium Hydroxide* ( $\text{NaOH}$ ), *Cupric Sulfate* ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ),  $\text{Na}_2\text{K}$  tartrat, *Bovine Serum Albumin* (BSA), *ammonia test kit*, dan *alkalinity test kit*.

#### 4.2.2 Alat Penelitian

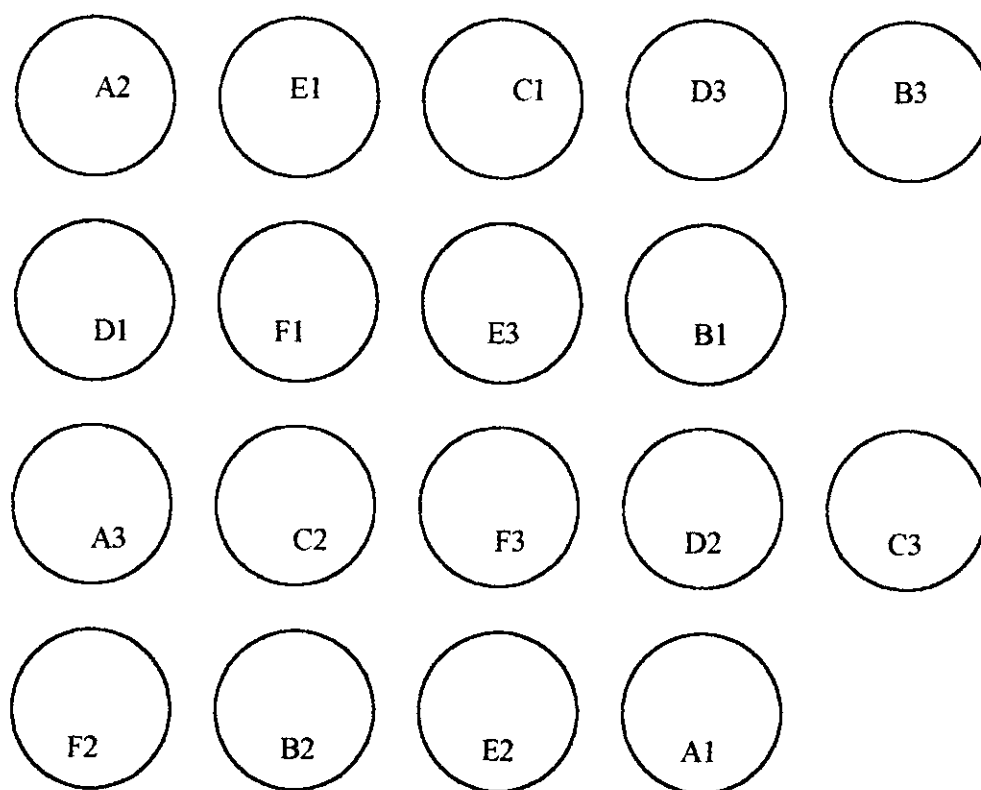
Toples, aerator, mikroskop, hemacytometer, spektrofotometer, sonikator, sentrifuge, tabung reaksi, kapas, slang aerasi, batu aerasi, *dissolved oxygen* (DO) meter, pH pen, termometer, *hand counter*, pipet, *beaker glass*, *cover glass*, lampu neon 40 watt, dan rak.

### **4.3 Metode Penelitian**

#### **4.3.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode pengamatan (observasi), peneliti melakukan pengamatan terhadap lingkungan penelitian seperti kondisi, tingkah laku, dan interaksi. Metode pengambilan sampel dilakukan dengan metode sampel probabilitas, metode sampel ini memberikan kesempatan yang sama pada setiap elemen /unsur populasi untuk terpilih sebagai sampel dengan pemilihan sampel yang dilakukan secara acak (Silalahi, 2003).

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 6 macam perlakuan. Sebagai perlakuan adalah konsentrasi urea sebagai sumber N dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Enam macam perlakuan tersebut adalah A=0 ppm, B=20 ppm, C=40 ppm, D=60 ppm, E=80 ppm, dan F=100 ppm masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Denah penelitian dapat dilihat pada Gambar 6. dan untuk lebih jelasnya mengenai denah penempatan wadah pemeliharaan dapat dilihat pada Lampiran 16.



**Gambar 6. Denah Penempatan Wadah Pemeliharaan *N. oculata***



## 4.3.2 Prosedur Kerja

### 4.3.2.1 Persiapan Penelitian

Sebelum pelaksanaan penelitian terlebih dahulu dilakukan persiapan mengenai bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam kegiatan penelitian. Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) mengungkapkan mengenai persiapan-persiapan kegiatan tersebut antara lain :

1. Penyediaan rak guna tempat peletakan wadah atau toples pemeliharaan.
2. Penyediaan aliran listrik untuk lampu neon yang merupakan sumber cahaya bantuan apabila intensitas cahaya matahari kurang.
3. Persiapan wadah pemeliharaan berupa toples kaca yang dibersihkan dengan pencucian menggunakan detergen, kemudian disterilisasi dengan larutan klorin 150 ppm lalu dinetralsisir dengan larutan Na-Thiosulfat 40-50 ppm, kemudian wadah tersebut dibilas dengan air tawar sampai bau klorin hilang.
4. Persiapan peralatan lain berupa slang aerasi, pipet, tabung reaksi serta peralatan lainnya, peralatan ini disterilisasi dengan cara merendam peralatan tersebut pada larutan klorin 150 ppm selama 12-24 jam, kemudian dinetralsisir dengan 40-50 ppm Na-Thiosulfat dan dibilas dengan air tawar sampai bau klorin hilang.
5. Persiapan air laut yang telah disterilisasi sebagai media pemeliharaan *N. oculata*, untuk sterilisasi air laut ini dapat digunakan larutan klorin, air laut yang akan disterilkan sebelumnya disaring dengan *filter bag*, kemudian disterilkan dengan klorin 60 ppm selama minimal 1 jam dan dinetralsisir dengan larutan Na-Thiosulfat 20 ppm hingga bau klorin hilang.

Air yang telah steril tersebut kemudian di aerasi dan disimpan dalam wadah atau bak yang tidak tembus sinar dan ditutup dengan menggunakan penutup yang juga tidak tembus sinar untuk mencegah pertumbuhan lumut atau fitoplankton yang tidak dikehendaki.

6. Persiapan bibit *N. oculata* yang diambil dari BBAP Situbondo, benih diambil dalam kondisi bebas kontaminan karena berasal dari stok murni.
7. Persiapan pupuk ZA, urea, (TSP), [Na<sub>2</sub>EDTA], dan [FeCl<sub>3</sub>].

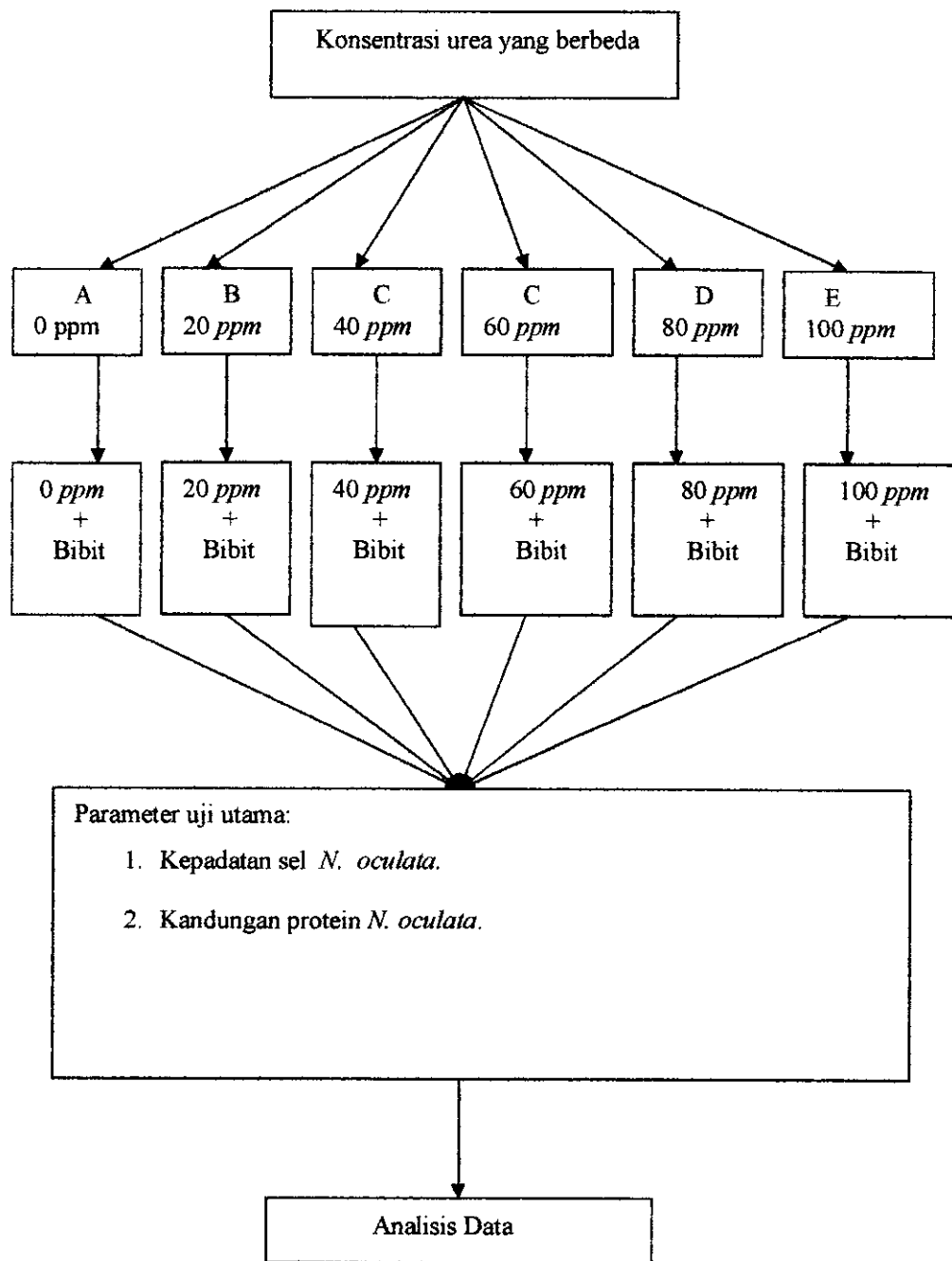
#### 4.3.2.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini berdasarkan prosedur kerja yang diungkapkan oleh Isnansettyo dan Kurniastuty (1995). Kegiatan pelaksanaan tersebut antara lain :

1. Penebaran pupuk sesuai level konsentrasi urea masing-masing perlakuan ke dalam wadah penelitian.
2. Inokulasi bibit *N. oculata* ke dalam masing-masing wadah penelitian yang telah berisi air laut dengan volume 3 L dan telah dipupuk sesuai dengan perlakuan. Penebaran bibit sebanyak 1/10 volume budidaya.
3. Pengamatan parameter penunjang seperti suhu, salinitas, pH, alkalinitas, CO<sub>2</sub>, ammonia dan O<sub>2</sub> dalam air pada awal, pertengahan serta akhir penelitian.
4. Penghitungan kepadatan sel *N. oculata* dengan menggunakan hemacytometer dimulai dari 24 jam setelah penebaran awal hingga hari ke 7 setelah inokulasi. Cara penghitungan kepadatan *N. oculata* dengan *haemacytometer* adalah pertama bersihkan terlebih dahulu *haemacytometer* dengan menggunakan

tissue, kemudian pasang gelas penutup. *N. oculata* yang akan dihitung kemudian diteteskan dengan menggunakan pipet tetes pada bagian parit yang melintang hingga penuh. Penetesan harus hati-hati agar tidak terbentuk gelembung udara dibawah gelas penutup, selanjutnya hemacytometer tersebut diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 100 atau 400 kali dan dicari bidang yang berkotak-kotak, penghitungan dilakukan pada kotak yang memiliki sisi 1 mm. Rumus penghitungan plankton yang digunakan adalah penghitungan dengan *small block*. Rumus penghitungan plankton dapat dilihat pada Lampiran 15. Untuk memudahkan penghitungan biasanya dibantu dengan alat *hand counter*. Pada saat penghitungan kepadatan sel *N. oculata* disertai juga penghitungan kontaminan yang terkandung dalam media pemeliharaan. Alat bantu penghitung *N. oculata* dapat di lihat pada Lampiran 17.

5. Analisis kandungan protein *N. oculata* pada hari ke 4 atau ke 5 disaat populasi mencapai kepadatan tertinggi. Analisis kandungan protein *N. oculata* diawali dengan penghancuran dinding sel untuk mngeluarkan protein dengan menggunakan alat sonikator. Kandungan protein *N. oculata* di analisis menggunakan metode Lowry (1951) dalam Sukenik *et al.* (1993). Tahapan proses analisis protein dengan metode Lowry dapat damati pada Lampiran 2. Gambar spektrofotometer dan sonikator dapat dilihat pada Lampiran 18, sedangkan bagan prosedur kerja dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7. Bagan Prosedur Kerja**

### 4.3.3 Parameter Uji

#### 1. Parameter uji utama

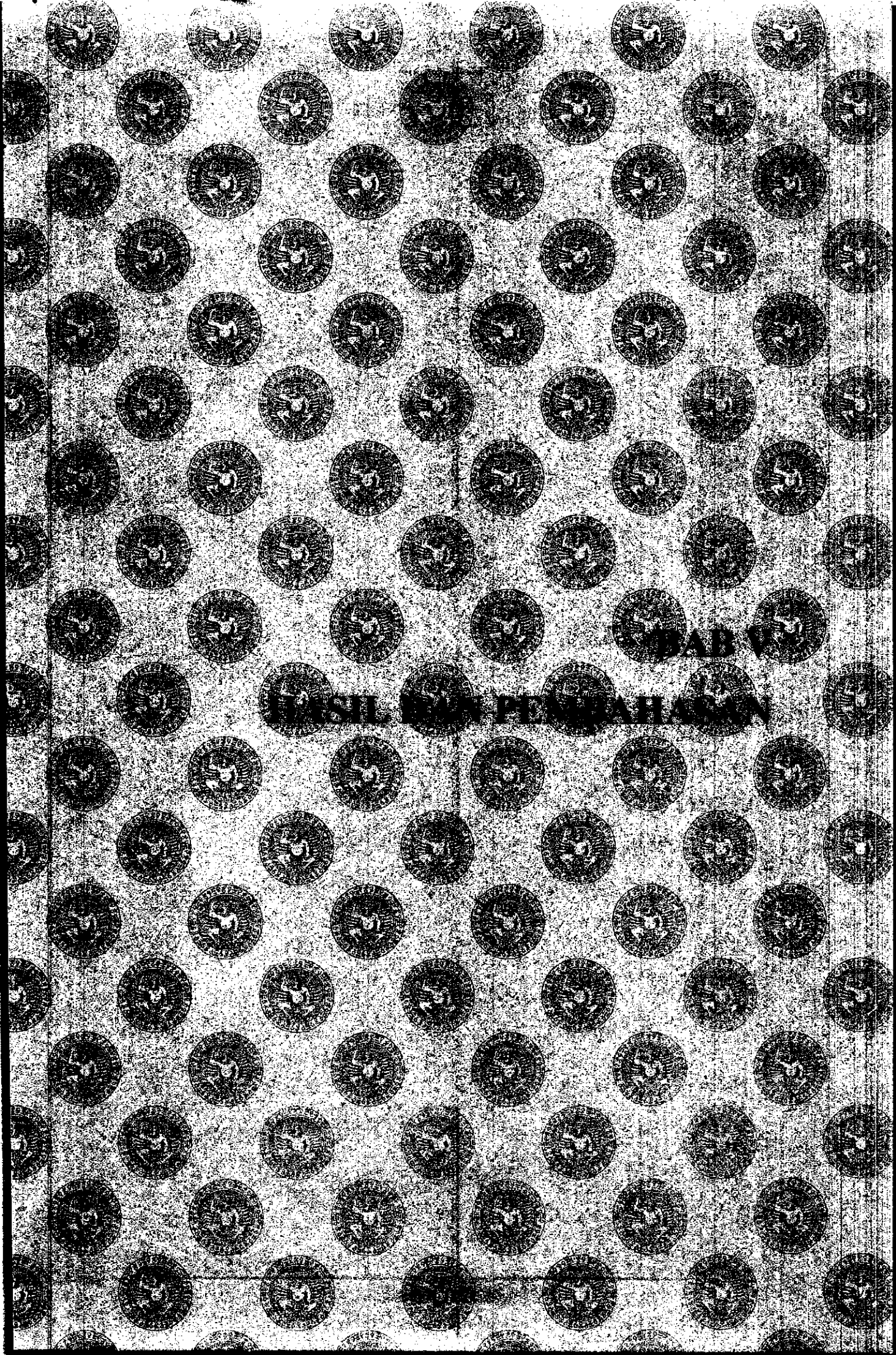
Parameter uji pertama adalah kepadatan sel *N. oculata* yang dihitung dengan menggunakan hemacytometer. Parameter uji kedua yang diukur adalah kandungan protein *N. oculata* pada masing-masing perlakuan yang dianalisa dengan metode Lowry.

#### 2. Parameter uji penunjang

Parameter uji penunjang dalam penelitian ini adalah pengamatan kualitas air media pemeliharaan *N. oculata* meliputi suhu yang diukur dengan termometer, pH yang diukur dengan menggunakan pH pen, Salinitas diukur dengan refraktometer, kandungan oksigen terlarut yang diukur dengan menggunakan DO meter, CO<sub>2</sub> menggunakan titrasi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, ammonia dan alkalinitas yang diukur dengan menggunakan test kit. Untuk lebih jelasnya alat-alat pengukur kualitas air dapat dilihat pada Lampiran 19. Selain kualitas air parameter uji penunjang yang lain adalah penghitungan kontaminan fitoplankton lain selain *N. oculata* yang mungkin terkandung dalam media pemeliharaan.

### 4.3.4 Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi N yang berbeda terhadap laju pertumbuhan digunakan Analisis ragam. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan digunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) (Rochiman, 1989).



## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Hasil

#### 5.1.1 Kepadatan Sel *N. oculata*

Hasil pengamatan penelitian berupa penghitungan kepadatan sel *N. oculata* dari hari pertama sampai hari ketujuh setelah inokulasi, setelah pemberian urea sebagai sumber N dengan konsentrasi yang berbeda yaitu A(0 ppm), B(20 ppm), C(40 ppm), D(60 ppm), E(80 ppm), dan F(100 ppm) terdapat pada Tabel 1. Data selengkapnya tentang kepadatan sel *N. oculata* tiap perlakuan terdapat pada Lampiran 3.

**Tabel 1. Kepadatan Sel Rata-rata *N. oculata* ( $\times 10^6$  sel/ml) Tiap Perlakuan pada Hari ke 0 sampai Hari ke 7**

Perlakuan	Hari							
	0	1	2	3	4	5	6	7
A	7,25 <sup>a</sup>	7,33 <sup>a</sup>	7,76 <sup>a</sup>	8,70 <sup>a</sup>	10,00 <sup>ab</sup>	11,42 <sup>b</sup>	9,65 <sup>b</sup>	7,20 <sup>a</sup>
B	7,25 <sup>a</sup>	7,97 <sup>b</sup>	8,40 <sup>b</sup>	8,98 <sup>ab</sup>	10,13 <sup>ab</sup>	14,17 <sup>c</sup>	10,92 <sup>b</sup>	8,45 <sup>b</sup>
C	7,25 <sup>a</sup>	8,37 <sup>bc</sup>	9,28 <sup>b</sup>	10,10 <sup>ab</sup>	10,60 <sup>b</sup>	14,57 <sup>c</sup>	16,27 <sup>c</sup>	13,13 <sup>c</sup>
D	7,25 <sup>a</sup>	8,52 <sup>c</sup>	9,25 <sup>b</sup>	10,37 <sup>b</sup>	10,22 <sup>ab</sup>	14,25 <sup>c</sup>	10,60 <sup>b</sup>	8,55 <sup>b</sup>
E	7,25 <sup>a</sup>	9,13 <sup>d</sup>	9,75 <sup>b</sup>	10,52 <sup>b</sup>	10,97 <sup>b</sup>	9,15 <sup>a</sup>	7,93 <sup>a</sup>	6,95 <sup>a</sup>
F	7,25 <sup>a</sup>	9,50 <sup>d</sup>	9,82 <sup>b</sup>	15,50 <sup>c</sup>	9,38 <sup>a</sup>	8,55 <sup>a</sup>	7,68 <sup>a</sup>	6,95 <sup>a</sup>

**Keterangan :** a, b, c dan d superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $p < 0,01$ )

A : Perlakuan dengan konsentrasi urea 0 ppm

B : Perlakuan dengan konsentrasi urea 20 ppm

C : Perlakuan dengan konsentrasi urea 40 ppm

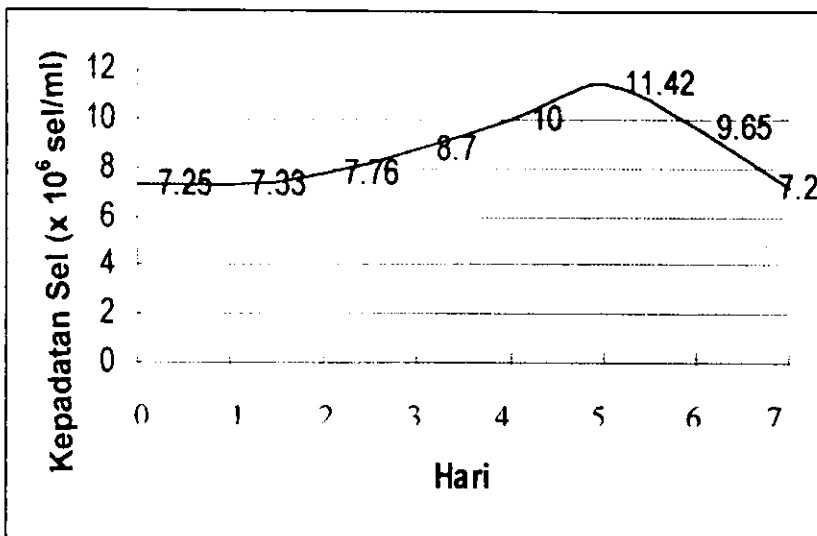
D : Perlakuan dengan konsentrasi urea 60 ppm

E : Perlakuan dengan konsentrasi urea 80 ppm

F : Perlakuan dengan konsentrasi urea 100 ppm

Grafik pertumbuhan *N. oculata* untuk perlakuan A (0 ppm) dapat dilihat pada

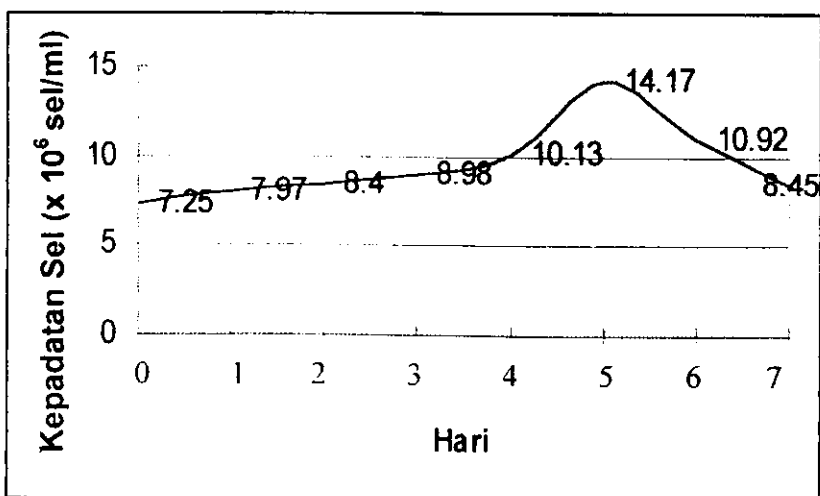
Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Pertumbuhan *N. oculata* pada Perlakuan A dengan Konsentrasi Urea 0 ppm ( $\times 10^6$  sel/ml)

Grafik pertumbuhan *N. oculata* untuk perlakuan B (20 ppm) dapat dilihat pada

Gambar 9.

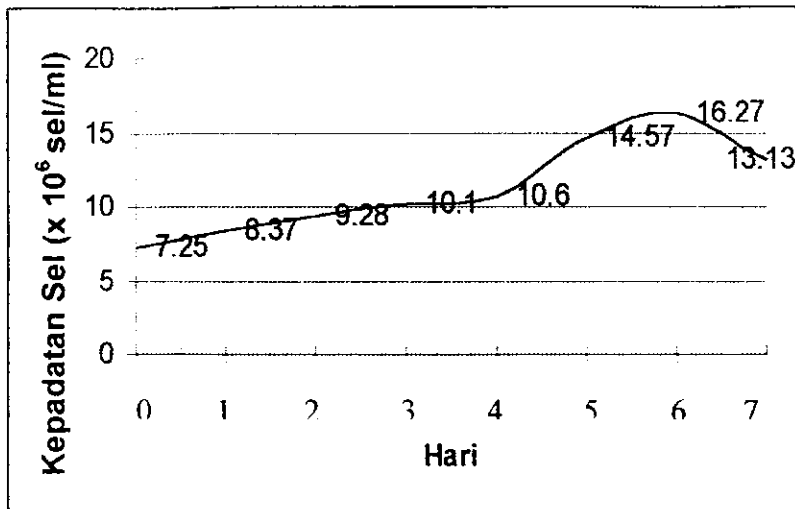


Gambar 9. Grafik Pertumbuhan *N. oculata* pada Perlakuan B dengan Konsentrasi Urea 20 ppm ( $\times 10^6$  sel/ml)



Grafik pertumbuhan *N. oculata* untuk perlakuan C (40 ppm) dapat dilihat pada

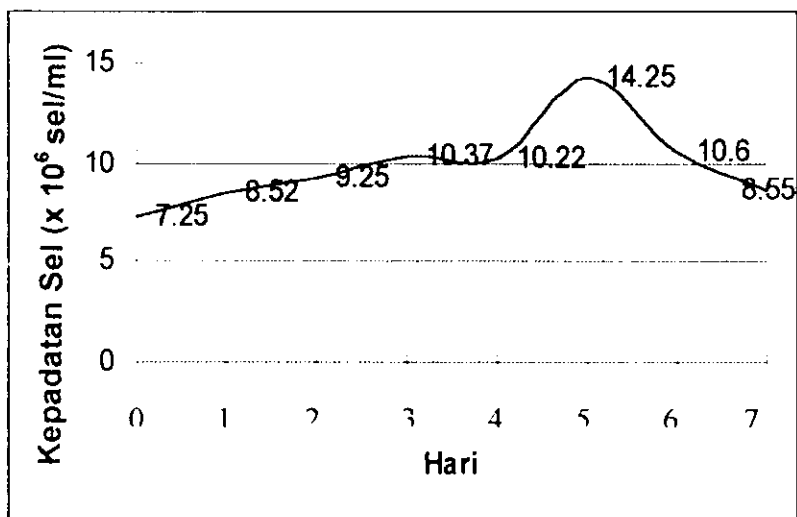
Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Pertumbuhan *N. oculata* pada Perlakuan C dengan Konsentrasi Urea 40 ppm ( $\times 10^6$  sel/ml)

Grafik pertumbuhan *N. oculata* untuk perlakuan D (60 ppm) dapat dilihat pada

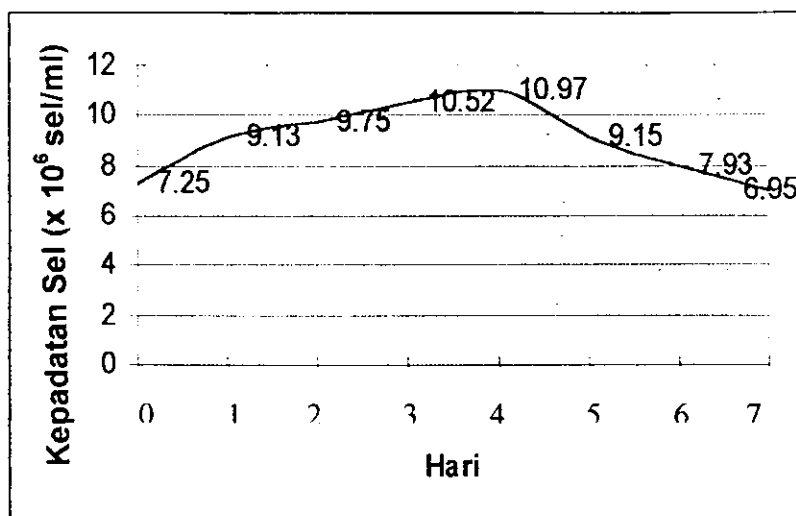
Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Pertumbuhan *N. oculata* pada Perlakuan D dengan Konsentrasi Urea 60 ppm ( $\times 10^6$  sel/ml)

Grafik pertumbuhan *N. oculata* untuk perlakuan E (80 ppm) dapat dilihat pada

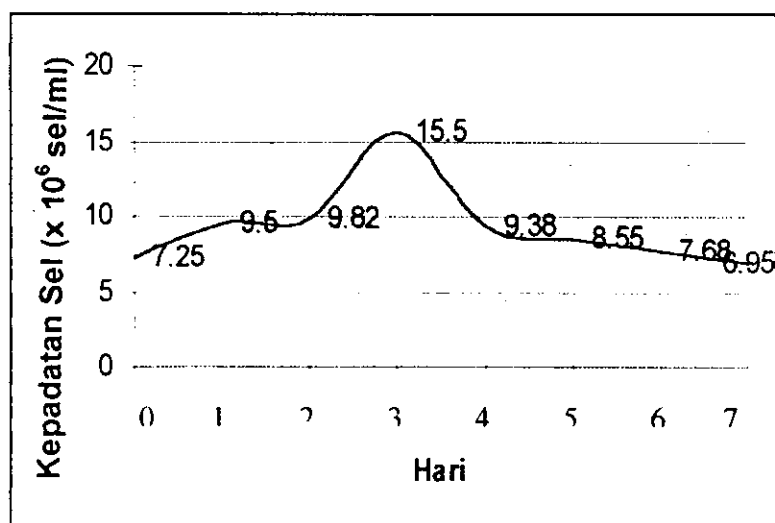
Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Pertumbuhan *N. oculata* pada Perlakuan E dengan Konsentrasi Urea 80 ppm ( $\times 10^6$  sel/ml)

Grafik pertumbuhan *N. oculata* untuk perlakuan F (100 ppm) dapat dilihat pada

Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Pertumbuhan *N. oculata* pada Perlakuan F dengan Konsentrasi Urea 100 ppm ( $\times 10^6$  sel/ml)

Pada hari ke-0 jumlah kepadatan sel seluruh perlakuan sama yaitu  $7,25 \times 10^6$  sel/ml, data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1. dan hasil uji statistik dapat dilihat pada Lampiran 4. Data kepadatan sel rata-rata pada tiap perlakuan pada hari pertama setelah inokulasi dapat dilihat pada Tabel 1. dan hasil uji statistik pada Lampiran 5. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi urea yang berbeda berpengaruh terhadap jumlah kepadatan sel *N. oculata* ( $p < 0,01$ ). Perlakuan F (100 ppm) menghasilkan kepadatan sel tertinggi yaitu  $9,5 \times 10^6$  sel/ml kemudian diikuti oleh perlakuan E (80 ppm) =  $9,13 \times 10^6$  sel/ml, D (60 ppm) =  $8,52 \times 10^6$  sel/ml, C (40 ppm) =  $8,37 \times 10^6$  sel/ml, B (20 ppm) =  $7,97 \times 10^6$  sel/m, dan A (0 ppm) =  $7,33 \times 10^6$  sel/ml.

Data kepadatan sel rata-rata pada hari kedua setelah inokulasi dapat dilihat pada Tabel 1. dan hasil uji statistik pada Lampiran 6. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi urea yang berbeda berpengaruh terhadap jumlah kepadatan sel *N. oculata* ( $p < 0,01$ ). Perlakuan F (100 ppm) menghasilkan kepadatan sel tertinggi yaitu  $9,82 \times 10^6$  sel/ml kemudian diikuti oleh perlakuan E (80 ppm) =  $9,75 \times 10^6$  sel/ml, D (60 ppm) =  $9,25 \times 10^6$  sel/ml, C (40 ppm) =  $9,28 \times 10^6$  sel/ml, B (20 ppm) =  $8,40 \times 10^6$  sel/m, dan A (0 ppm) =  $7,76 \times 10^6$  sel/ml.

Data kepadatan sel rata-rata pada tiap perlakuan pada hari ketiga setelah inokulasi dapat dilihat pada Tabel 1. dan hasil uji statistik pada Lampiran 7. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi urea yang berbeda berpengaruh terhadap jumlah kepadatan sel *N. oculata* ( $p < 0,01$ ). Perlakuan F (100 ppm) menghasilkan kepadatan sel tertinggi yaitu  $15,50 \times 10^6$  sel/ml kemudian diikuti oleh perlakuan E

(80 ppm)= $10,52 \times 10^6$  sel/ml, D (60 ppm)= $10,37 \times 10^6$  sel/ml, C (40 ppm)= $10,10 \times 10^6$  sel/ml, B (20 ppm)=  $8,98 \times 10^6$  sel/m, dan A (0 ppm)= $8,70 \times 10^6$  sel/ml.

Data kepadatan sel rata-rata pada tiap perlakuan pada hari keempat setelah inokulasi dapat dilihat pada Tabel 1. dan hasil uji statistik pada Lampiran 8. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi urea yang berbeda tidak berpengaruh terhadap jumlah kepadatan sel *N. oculata* ( $p > 0,05$ ).

Data kepadatan sel rata-rata pada tiap perlakuan pada hari kelima setelah inokulasi dapat dilihat pada Tabel 1. dan hasil uji statistik pada Lampiran 9. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi urea yang berbeda berpengaruh terhadap jumlah kepadatan sel *N. oculata* ( $p < 0,01$ ). Perlakuan C (40 ppm) menghasilkan kepadatan sel tertinggi yaitu  $14,57 \times 10^6$  sel/ml kemudian diikuti oleh perlakuan D (60 ppm)= $14,25 \times 10^6$  sel/ml, B (20 ppm)= $14,17 \times 10^6$  sel/ml, A (0 ppm)= $11,42 \times 10^6$  sel/ml, E (80 ppm)=  $9,15 \times 10^6$  sel/m, dan F (100 ppm)= $8,55 \times 10^6$  sel/ml.

Data kepadatan sel rata-rata pada tiap perlakuan pada hari keenam setelah inokulasi dapat dilihat pada Tabel 1. dan hasil uji statistik pada Lampiran 10. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi urea yang berbeda berpengaruh terhadap jumlah kepadatan sel *N. oculata* ( $p < 0,01$ ).Perlakuan C (40 ppm) menghasilkan kepadatan sel tertinggi yaitu  $16,27 \times 10^6$  sel/ml kemudian diikuti oleh perlakuan B (20 ppm)= $10,92 \times 10^6$  sel/ml, D (60 ppm)= $10,60 \times 10^6$  sel/ml, A (0 ppm)= $9,65 \times 10^6$  sel/ml, E (80 ppm)=  $7,93 \times 10^6$  sel/m, dan F (100 ppm)= $7,68 \times 10^6$  sel/ml.

Data kepadatan sel rata-rata pada tiap perlakuan pada hari ketujuh setelah inokulasi dapat dilihat pada Tabel 1. dan hasil uji statistik pada Lampiran 11. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi urea yang berbeda berpengaruh terhadap jumlah kepadatan sel *N. oculata* ( $p < 0,01$ ). Perlakuan C (80 ppm) menghasilkan kepadatan sel tertinggi yaitu  $13,13 \times 10^6$  sel/ml kemudian diikuti oleh perlakuan D (60 ppm) =  $8,55 \times 10^6$  sel/ml, B (20 ppm) =  $8,45 \times 10^6$  sel/ml, A (0 ppm) =  $7,20 \times 10^6$  sel/ml, E (80 ppm) =  $6,95 \times 10^6$  sel/ml, dan F (100 ppm) =  $6,95 \times 10^6$  sel/ml.

### 5.1.2 Kandungan Protein *N. oculata*

Hasil pengukuran kandungan protein *N. oculata* dengan perlakuan pemberian urea sebagai sumber N dengan konsentrasi yang berbeda yaitu A (0 ppm), B (20 ppm), C (40 ppm), D (60 ppm), E (80 ppm), dan F (100 ppm) disajikan pada Tabel 2. sedangkan data selengkapnya dan hasil uji statistik dapat dilihat pada Lampiran 12.

**Tabel 2. Hasil Rata-rata Kandungan Protein *N. oculata* pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi dengan Pemberian Konsentrasi Urea yang Berbeda.**

Konsentrasi Urea	Kandungan Protein ( $\mu\text{g/ml}$ media)
A (0 ppm)	72,85 <sup>a</sup>
B (20 ppm)	92,08 <sup>c</sup>
C (40 ppm)	95,89 <sup>d</sup>
D (60 ppm)	90,90 <sup>c</sup>
E (80 ppm)	75,30 <sup>a</sup>
F (100 ppm)	78,14 <sup>b</sup>

**Keterangan :** a, b, c dan d superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $p < 0,01$ )

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi urea yang berbeda pada pemeliharaan *N. oculata* yaitu A (0 ppm), B (20 ppm), C (40 ppm), D (60 ppm), E (80 ppm), dan F (100 ppm) berpengaruh terhadap kandungan protein *N. oculata* ( $p < 0,01$ ). Perlakuan C (40 ppm) menghasilkan kandungan protein tertinggi yaitu 95,89 µg/ml media kemudian diikuti oleh perlakuan B (20 ppm)=92,08 µg/ml media, D (60 ppm)=90,90 µg/ml media, F (100 ppm)=78,14 µg/ml media, E (80 ppm)=75,30 µg/ml media dan yang terendah adalah perlakuan A (0 ppm)=72,85 µg/ml media.

## 5.2 Pembahasan

### 5.2.1 Kepadatan Sel *N. oculata*

*N. oculata* adalah alga laut bersel satu yang termasuk ke dalam kelas *Eustigmatophyceae*, umumnya dikenal sebagai *marine chlorella*. *N. oculata* dibudidayakan di pembenihan ikan sebagai pakan rotifer karena kandungan polyunsaturated fatty acid (PUFA) yang cukup tinggi (Rodolfi *et al.*, 2003). Rocha *et al.* (2003) juga menerangkan bahwa *N. oculata* juga memiliki kandungan pigmen yang cukup tinggi seperti klorofil, zeaxanthin, canthaxanthin, dan astaxanthin.

Ketersediaan *N. oculata* dalam jumlah cukup dan konsisten mutlak dibutuhkan dalam suatu kegiatan pembenihan. Salah satu faktor penentu laju pertumbuhan *N. oculata* adalah ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan untuk tumbuh dan berkembang biak. Nitrogen merupakan salah satu unsur yang paling penting dan harus tersedia dalam jumlah cukup dalam menunjang laju pertumbuhan *N. oculata*. Lapedes (1977) mengungkapkan bahwa, nitrogen dibutuhkan oleh tumbuhan dalam jumlah paling besar

jika dibandingkan dengan nutrisi lain (hara makro: P, K, S, Na, Si, dan Ca dan hara mikro: Fe, Zn, Mn, Cu, Mg, Ca, B). Pada penelitian ini pemenuhan kebutuhan *N. oculata* akan unsur N dipenuhi dengan penggunaan urea sebagai pupuk.

Dalam jaringan tumbuhan, nitrogen merupakan komponen penyusun banyak senyawa esensial bagi tumbuhan, misalnya asam-asam amino. Karena setiap molekul protein tersusun dari asam-asam amino dan setiap enzim adalah protein, maka nitrogen juga merupakan unsur penyusun protein dan enzim. Selain itu nitrogen juga terkandung dalam klorofil serta dalam hormon sitokinin (Lakitan, 1993). Gaman dan Sherrington (1992) mengungkapkan bahwa, membran di sekeliling sel tersusun dari protein.

Pemberian konsentrasi urea yang berbeda menghasilkan jumlah kepadatan sel yang berbeda sangat nyata pada masing-masing perlakuan ( $p < 0,01$ ). Setiap perlakuan masing-masing di inokulasikan bibit *N. oculata* dengan kepadatan yang sama yaitu  $7,25 \times 10^6$  sel/ml. Sesaat setelah inokulasi merupakan fase istirahat yang ditandai dengan tidak bertambahnya jumlah sel, ukuran sel pada saat ini umumnya meningkat. Secara fisiologi *N. oculata* sangat aktif dan terjadi proses sintesis protein baru. Organisme mengalami metabolisme tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatan sel belum meningkat (Omori dan Ikeda, 1984).

Peningkatan kepadatan sel *Nannochloropsis oculata* pada masing-masing perlakuan mulai nampak pada pengamatan sehari setelah inokulasi. Adanya peningkatan kepadatan sel menunjukkan bahwa *N. oculata* telah memasuki fase eksponensial, fase yang ditandai dengan meningkatnya pembelahan sel (Omori dan Ikeda, 1984).

Perlakuan A (0 ppm) dan B (20 ppm) mengalami peningkatan kepadatan sel sehari setelah inokulasi dan terus meningkat hingga hari keempat setelah inokulasi dan mencapai puncak kepadatan sel pada hari kelima setelah inokulasi dengan kepadatan A (0 ppm) =  $11,42 \times 10^6$  sel/ml dan B (20 ppm) =  $14,17 \times 10^6$  sel/ml. Meskipun perlakuan A (0 ppm) dan B (20 ppm) memiliki persamaan waktu dalam hal mencapai tiap-tiap fase pertumbuhan namun diketahui bahwa kepadatan sel perlakuan A (0 ppm) setiap fase lebih rendah dibanding perlakuan B (20 ppm), hal ini dikarenakan perlakuan B cenderung lebih terpenuhi akan kebutuhan unsur N, sedangkan perlakuan A sama sekali tidak menerima penambahan urea. Perlakuan A hanya mengandalkan N yang secara alami sudah terkandung dalam air laut untuk memenuhi kebutuhannya. Perlakuan A (0 ppm) dan B (20 ppm) yang mencapai puncak kepadatan lima hari setelah inokulasi.

Pada perlakuan D (60 ppm), E (80 ppm), dan F (100 ppm) menunjukkan peningkatan jumlah kepadatan sel yang sangat cepat jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain dihari yang sama pada awal masa pertumbuhan (hari pertama, kedua, dan ketiga setelah inokulasi). Sehari setelah inokulasi perlakuan F (100 ppm) telah mencapai jumlah  $9,50 \times 10^6$  sel/ml dibandingkan dengan kontrol yang baru mencapai  $7,33 \times 10^6$  sel/ml, hal ini tidak lepas kaitannya dengan ketersediaan N dalam jumlah melimpah melalui penambahan urea dalam konsentrasi tinggi. Perlakuan D (60 ppm) mencapai puncak kepadatan sel 5 hari setelah inokulasi dengan kepadatan  $14,25 \times 10^6$  sel/ml berbeda dengan perlakuan E (80 ppm) yang mencapai puncak kepadatan empat hari setelah inokulasi dengan jumlah  $10,97 \times 10^6$  sel/ml dan perlakuan F (100 ppm) yang mencapai puncak tiga hari setelah inokulasi dengan jumlah  $15,50 \times 10^6$  sel/ml.



Dari hasil penghitungan kepadatan sel hingga mencapai puncak atau fase akhir eksponensial diketahui bahwa perlakuan A (0 ppm), B (20 ppm), C (40 ppm) dan D (80 ppm) memiliki kesesuaian dengan pendapat Sutomo (2004), yang menyatakan bahwa pertumbuhan *N. oculata* mencapai fase pertumbuhan eksponensial atau logaritmik pada hari keempat sampai keenam setelah inokulasi, sedangkan hasil penghitungan kepadatan sel pada perlakuan F (100 ppm) menunjukkan hasil yang berbeda karena puncak kepadatannya dicapai tiga hari setelah inokulasi.

Peningkatan kepadatan sel yang sangat cepat tampak pada perlakuan F dengan konsentrasi urea 100 ppm yang telah mencapai puncak kepadatannya tiga hari setelah inokulasi, sedangkan perlakuan C (40 ppm) mencapai puncak kepadatan enam hari setelah inokulasi. Peningkatan kepadatan yang sangat cepat ini diikuti dengan kematian dan penurunan kepadatan sel yang sangat cepat pula, dari puncak kepadatan  $15,50 \times 10^6$  sel/ml turun menjadi  $9,38 \times 10^6$  sel/ml hanya dalam jangka waktu satu hari.

Peningkatan jumlah kepadatan sel dengan sangat cepat dan kematian serta penurunan populasi kepadatan sel yang juga sangat cepat pada perlakuan F (100 ppm) disebabkan oleh ketersediaan N dalam jumlah melimpah di dalam media budidaya yang berasal dari penambahan urea dengan konsentrasi tinggi. Markowitz (1999) mengungkapkan bahwa, nitrogen merupakan nutrisi pembatas yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan fitoplankton, namun jika ketersediaan nitrogen di air melimpah maka dikhawatirkan akan terjadi ledakan populasi fitoplankton atau *blooming plankton*.

[www.terranel.or.id](http://www.terranel.or.id) (2003), mengungkapkan bahwa pertumbuhan yang pesat akan mengurangi masuknya penetrasi cahaya matahari ke dalam air, kepadatan yang tinggi kemudian menurun drastis akibat ketatnya persaingan dalam mendapatkan unsur hara dan oksigen. Tromba dan Tromba (2005) mengungkapkan bahwa penurunan kepadatan sel secara drastis disebabkan oleh pengaruh konsentrasi N yang terlalu tinggi, pada kandungan konsentrasi N yang sangat tinggi laju pertumbuhan alga akan lebih rendah. Semakin tinggi penambahan N tidak selamanya sejalan dengan peningkatan pertumbuhan bahkan dapat menurunkan pertumbuhan alga tersebut.

Satu hal yang perlu diperhatikan adalah tidak nampaknya fase stasioner pada setiap perlakuan, fase stasioner adalah fase saat laju reproduksi dan laju kematian relatif sama sehingga kepadatan sel relatif tetap (Omori dan Ikeda, 1984). Setelah mencapai puncak dan sebelum fase kematian kepadatan akan cenderung relatif tetap, walaupun terjadi penurunan tidak akan begitu besar, tetapi pada penelitian ini setelah mencapai puncak kepadatan sel tiap perlakuan cenderung untuk langsung menurun. Laju pertumbuhan *N. oculata* dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah faktor lingkungan. Cassan *et al.* (2003) menerangkan bahwa faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan *N. oculata* adalah suhu, pH, intensitas cahaya, dan oksigen.

Suhu adalah faktor lingkungan yang sulit untuk dikontrol karena erat kaitannya dengan kondisi cuaca yang sedang terjadi pada waktu penelitian berlangsung. Selama kegiatan penelitian berlangsung sering terjadi perubahan cuaca sehingga terjadi

peningkatan suhu hingga 31,4°C. Renaud *et al.* (2001) menegaskan bahwa laju pertumbuhan maksimum *N. oculata* tercapai pada suhu antara 25 – 30°C sedangkan Kadek dkk. (2004) mengungkapkan suhu optimal untuk skala semi massal adalah 31°C. Kemungkinan faktor suhu inilah yang menyebabkan terganggunya fase stasioner *N. oculata*. Selain penyebab terganggunya fase stasioner peningkatan suhu empat hari setelah inokulasi hingga mencapai 31,4°C menyebabkan penurunan tingkat pertumbuhan sel meskipun tidak pada keseluruhan perlakuan melainkan hanya pada perlakuan D (60 ppm), namun pada hari kelima setelah inokulasi kondisi cuaca kembali stabil sehingga penurunan laju pertumbuhan tidak lagi berlanjut.

Pada penelitian ini didapatkan hasil kepadatan sel yang tertinggi dicapai pada konsentrasi urea 40 ppm yaitu  $16,27 \times 10^6$  sel/ml. Hasil ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Hudaidah (2003), yang melaporkan bahwa kepadatan maksimal *N. oculata* pada budidaya skala semi massal sebesar  $8,825 \times 10^6$  sel/ml, yang dicapai pada hari keempat setelah inokulasi, sedangkan pada penelitian ini dicapai  $10,60 \times 10^6$  sel/ml.

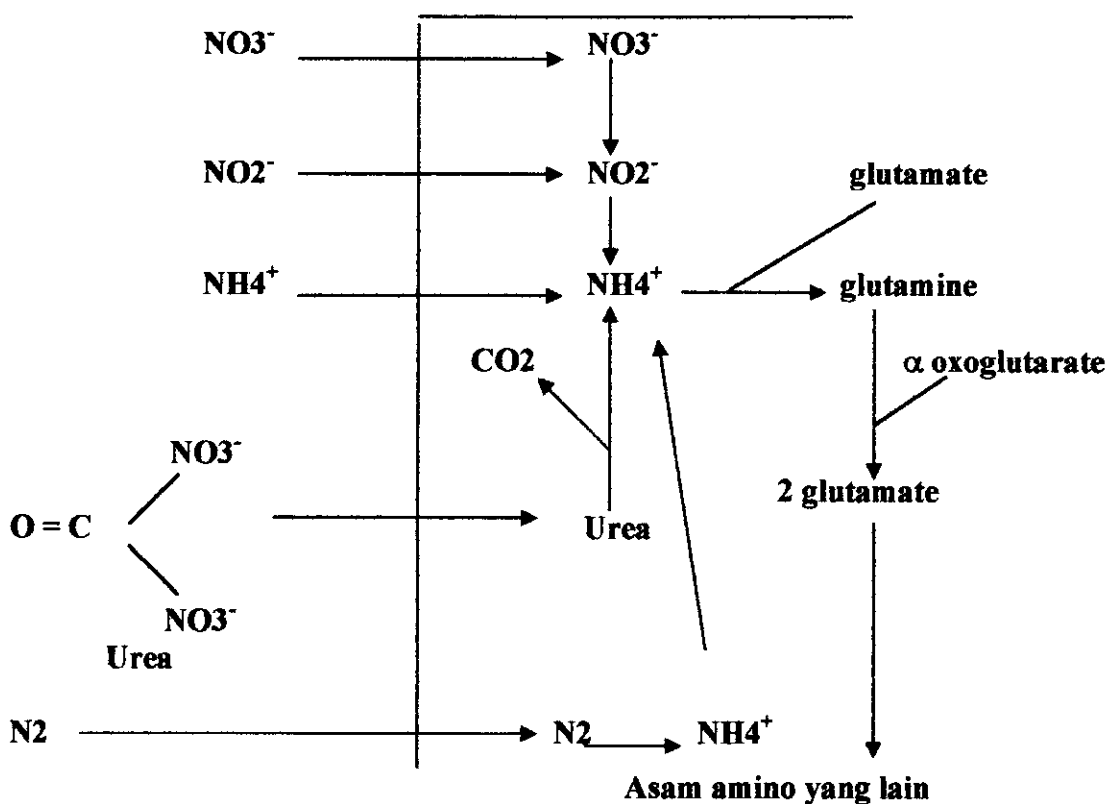
### **5.2.2 Kandungan Protein *N. oculata***

Nitrogen adalah salah satu unsur penting yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup baik itu tanaman maupun hewan, N digunakan oleh hewan dan tumbuhan untuk menyusun protein. Dalam suatu kegiatan budidaya, kebutuhan N di penuhi dari pemupukan, pada penelitian ini sumber N berasal dari urea.

Valenzuela *et al.* (1999) dalam Lourenco *et al.* (2002) mengungkapkan bahwa nitrogen dalam bentuk nitrat, ammonium, dan urea banyak digunakan dalam usaha budidaya fitoplankton. Nitrogen digunakan untuk memacu pertumbuhan serta memperbaiki kandungan nutrisi fitoplankton. Rai dan Gaur (2001) menyatakan bahwa sumber N yang terbaik untuk sebagian besar fitoplankton adalah urea dan nitrat.

Sze (1993) menyatakan bahwa nitrogen yang di serap oleh fitoplankton dalam bentuk nitrat, nitrit, dan urea selanjutnya akan diubah menjadi bentuk ammonium terlebih dahulu sebelum disintesis menjadi asam-asam amino. Proses penyerapan N oleh fitoplankton untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 14.

#### MEMBRAN SEL



Gambar 14. Proses Pemanfaatan N oleh Fitoplankton (Sze, 1993).

Protein merupakan salah satu nutrisi penting pada fitoplankton. Sintesis Protein akan berjalan dengan baik apabila nitrogen tersedia dalam jumlah cukup (Sze, 1993). Pengambilan sampel *N. oculata* guna analisis protein di lakukan pada fase akhir eksponensial atau awal stasioner, dengan harapan unsur N yang diberikan melalui pupuk benar-benar telah dimanfaatkan secara keseluruhan oleh fitoplankton (Lourenco *et al.*, 2002). Hal ini sesuai juga dengan pernyataan Marini (2002), yang mengungkapkan bahwa kandungan nutrisi *N. oculata* ada dalam jumlah tinggi pada fase eksponensial dan akan mengalami penurunan kandungan nutrisi apabila telah mencapai fase stasioner.

Kandungan protein pada perlakuan C (40 ppm) yaitu sebesar 95,89  $\mu\text{g/ml}$  di peroleh pada hari ke-5. Pada hari ke-5 tersebut setelah melalui analisis data secara statistik dan uji Duncan diketahui bahwa perlakuan C (40 ppm) juga memberikan hasil kepadatan sel yang tertinggi.

Lourenco *et al.* (2002) melakukan penelitian tentang pengaruh sumber N yang berbeda terhadap pertumbuhan dan komposisi biokimia mikroalga. Pada hasil penelitiannya disimpulkan bahwa pada perlakuan dengan sumber N tertentu yang menghasilkan kepadatan tinggi setelah dianalisis kandungan nutrisinya nampak persentase protein dan klorofil secara umum lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya yang menghasilkan kepadatan lebih rendah. Kepadatan sel yang tinggi memiliki persentase protein lebih besar namun rendah dalam persentase lemak dan karbohidrat. Kepadatan sel yang rendah memiliki persentase kandungan protein rendah pula namun tinggi dalam persentase kandungan karbohidrat dan lemak bahkan cenderung memiliki volume sel yang lebih besar.

Piorreck *et al.* (1984) meneliti tentang pengaruh pemberian konsentrasi Nitrogen yang berbeda terhadap produksi biomass, total protein, klorofil, lemak dan asam lemak pada green algae dan blue green algae, sumber N yang digunakan adalah  $\text{NH}_4\text{CL}$  dan  $\text{KNO}_3$ . Pada hasil penelitian diketahui bahwa konsentrasi N yang mampu menghasilkan produksi biomass paling besar setelah melalui analisis diketahui juga mampu meningkatkan kandungan protein dan klorofil, namun rendah dalam kandungan lemaknya. Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Piorreck *et al.* (1984) dan Lourenco *et al.* (2002) diketahui bahwa kepadatan sel berpengaruh terhadap kandungan protein *N. oculata* tersebut.

Laju pertumbuhan *N. oculata* selain dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi juga dipengaruhi faktor lingkungan. Selama 7 hari masa penelitian parameter kualitas air diukur dan dicatat. Pengamatan parameter air selama penelitian selain dimaksudkan untuk menjaga keoptimalan kualitas air bagi pertumbuhan *N. oculata* juga bertujuan menjaga agar kualitas air pemeliharaan *N. oculata* selalu aman bagi ikan-ikan budidaya mengingat pemberian *N. oculata* pada ikan budidaya dengan cara memindahkan massa air budidaya *N. oculata* tersebut (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Hasil pengukuran rata-rata kualitas air selama kegiatan penelitian dapat dilihat pada Lampiran 13.

Hasil pengukuran kandungan oksigen terlarut pada media pemeliharaan *N. oculata* selama perlakuan dari hari ke 0 sampai hari ke 7 adalah antara 6,5 – 7,5 mg/l. Tsai (1989) menyatakan bahwa kandungan oksigen terlarut dalam air laut dengan salinitas 30 – 35 ppt serta suhu 28 – 32°C adalah > 6,0 mg/l, sehingga kandungan oksigen dalam media pemeliharaan *N. oculata* masih dalam kondisi optimal.

Hasil pengukuran suhu pada media pemeliharaan *N. oculata* selama penelitian dari hari ke 0 sampai hari ke 7 adalah antara 28,1 – 31,4 °C. Suhu selama pemeliharaan yang mencapai 31, 4°C sedikit lebih tinggi dibandingkan suhu optimal yang dikemukakan oleh Kadek dkk. (2004) suhu optimal untuk kegiatan budidaya *N. oculata* skala semi massal adalah 31°C.

Hasil pengukuran pH pada media pemeliharaan *N. oculata* selama penelitian dari hari ke 0 sampai hari ke 7 adalah 7,7 – 8,4, nilai pH ini masih dalam kondisi optimal untuk pertumbuhan *N. oculata* sesuai dengan Marini (2002) menyatakan bahwa nilai pH optimal untuk pertumbuhan *N. oculata* adalah 7,0 – 8,4.

Hasil pengukuran salinitas pada media pemeliharaan *N. oculata* selama penelitian dari hari ke 0 sampai hari ke 7 adalah 33 – 35 ppt. Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), mengungkapkan bahwa *N. oculata* dapat hidup pada salinitas 0 – 35 ppt. Agh dan Sorgeloos (2005) menyatakan bahwa reproduksi optimal masih akan tercapai pada salinitas tidak lebih dari 35 ppt. Sehingga dapat disimpulkan bahwa salinitas selama pemeliharaan masih dalam kondisi baik untuk pertumbuhan *N. oculata*.

Hasil pengukuran alkalinitas pada media pemeliharaan *N. oculata* selama penelitian dari hari ke 0, 1, 4 dan ke 7 di dapatkan nilai yang tetap sama yaitu 120 ppm, nilai alkalinitas ini masih dalam kondisi baik bagi pertumbuhan *N. oculata*, hal ini sesuai dengan ([www.dkp.go.id](http://www.dkp.go.id), 2005<sub>b</sub>) yang menyatakan bahwa nilai alkalinitas optimal untuk budidaya fitoplankton laut adalah 100 – 140 ppm.

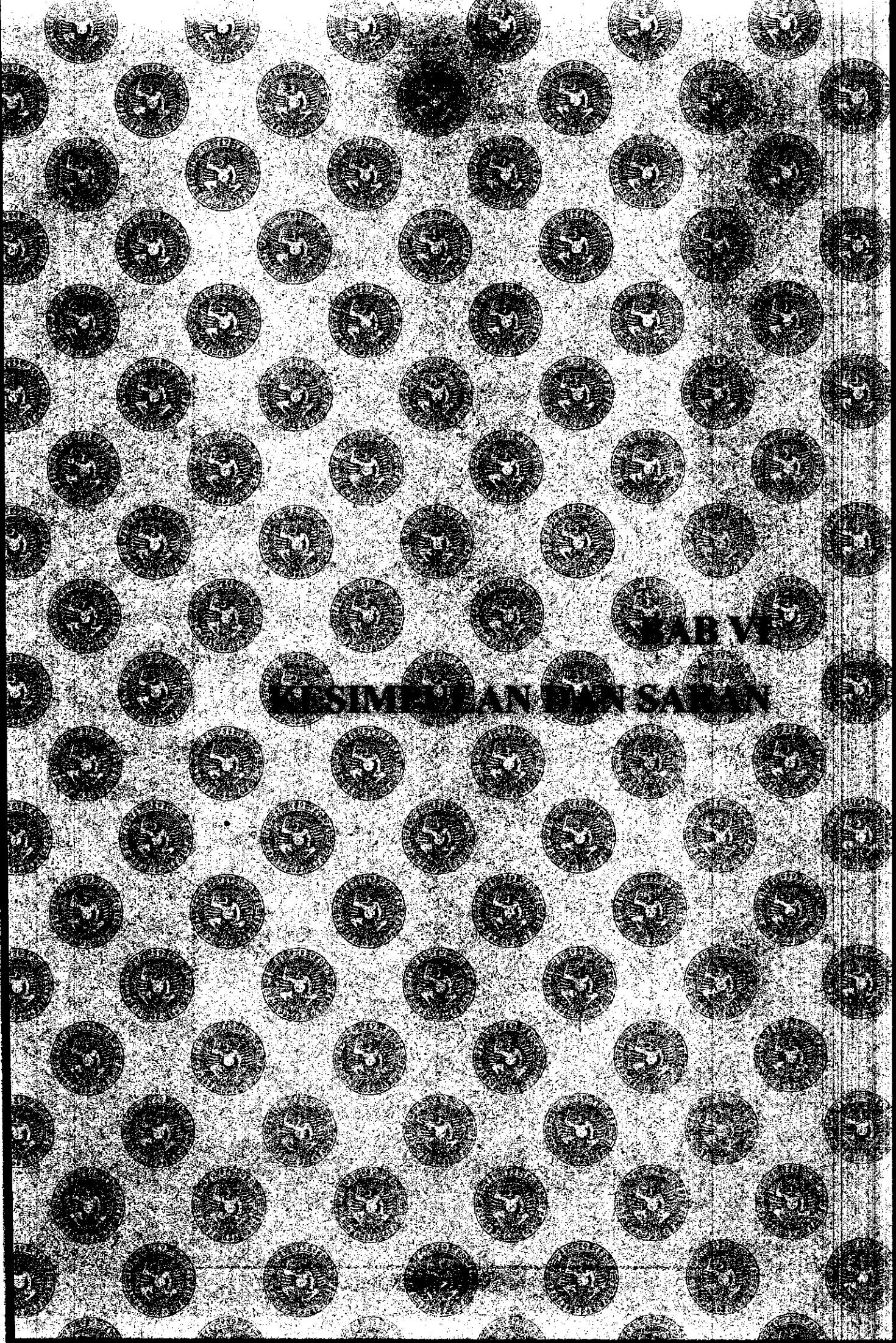
Hasil pengukuran CO<sub>2</sub> pada media pemeliharaan *N. oculata* selama penelitian dari hari ke 0, 1, 4 dan ke 7 menunjukkan bahwa kandungan CO<sub>2</sub> dalam media pemeliharaan ada dalam jumlah sangat kecil sehingga tidak terdeteksi dengan metode titrasi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Hasil pengukuran ammonia pada media pemeliharaan *N. oculata* selama penelitian dari hari ke 0, 1, 4 dan ke 7 adalah kurang dari 0,5 ppm. Tsai (1989) menyatakan bahwa kandungan ammonia dalam air laut dengan suhu 28 – 31°C serta pH 7,7 – 8,4 adalah berkisar antara 0,5 – 2 ppm, sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan ammonia dalam media pemeliharaan masih dalam kondisi baik bagi pertumbuhan *N. oculata*.

Faktor yang berpengaruh terhadap kegagalan budidaya *N. oculata* selain faktor lingkungan adalah kontaminasi oleh protozoa, diatom, dan zooplankton (Hudaidah, 2003). Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan penghitungan kontaminan setiap hari dari awal hingga akhir penelitian dan hasilnya pada media pemeliharaan sama sekali tidak ditemukan adanya kontaminan baik oleh protozoa, diatom maupun zooplankton.

Tidak adanya kontaminan yang masuk ke dalam media pemeliharaan dikarenakan beberapa hal yang pertama adalah bibit *N. oculata* diperoleh dari BBAP Situbondo diambil dari stok murni sehingga tanpa ada kontaminan. Kedua dikarenakan kondisi pemeliharaan yang benar-benar dijaga sterilitasnya baik dari air media pemeliharaan serta peralatan-peralatan yang digunakan, sehingga tidak memungkinkan masuknya kontaminan dari luar. Data pengukuran kontaminan dapat dilihat pada Lampiran 14.





AB VE  
SIMPANAN SARIAN

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

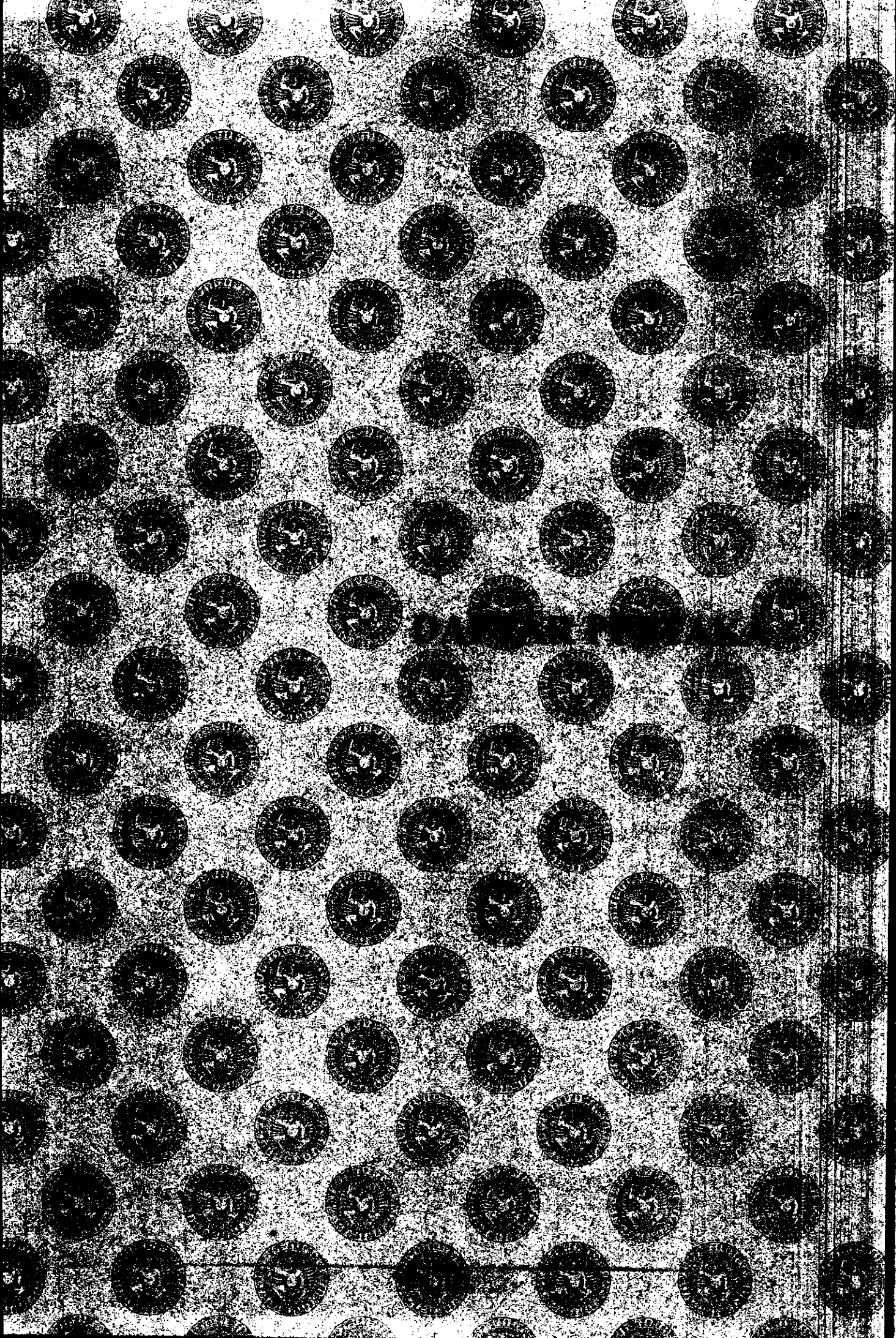
Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemberian urea dengan konsentrasi 40 ppm menghasilkan kepadatan sel *N. oculata* tertinggi yaitu  $16,27 \times 10^6$  sel/ml, yang diperoleh pada fase akhir eksponensial yaitu pada hari keenam setelah inokulasi.
2. Pemberian urea dengan konsentrasi 40 ppm dapat menghasilkan kandungan protein *N. oculata* yang tertinggi yaitu sebesar 95,89 µg/ml media yang diukur pada hari kelima setelah inokulasi.

### 6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disampaikan beberapa saran :

1. Untuk Budidaya *N. oculata* pada skala semi massal dapat digunakan pupuk urea dengan konsentrasi 40 ppm.
2. Pemanenan *N. oculata* dapat dilakukan pada hari keenam setelah inokulasi.



## DAFTAR PUSTAKA

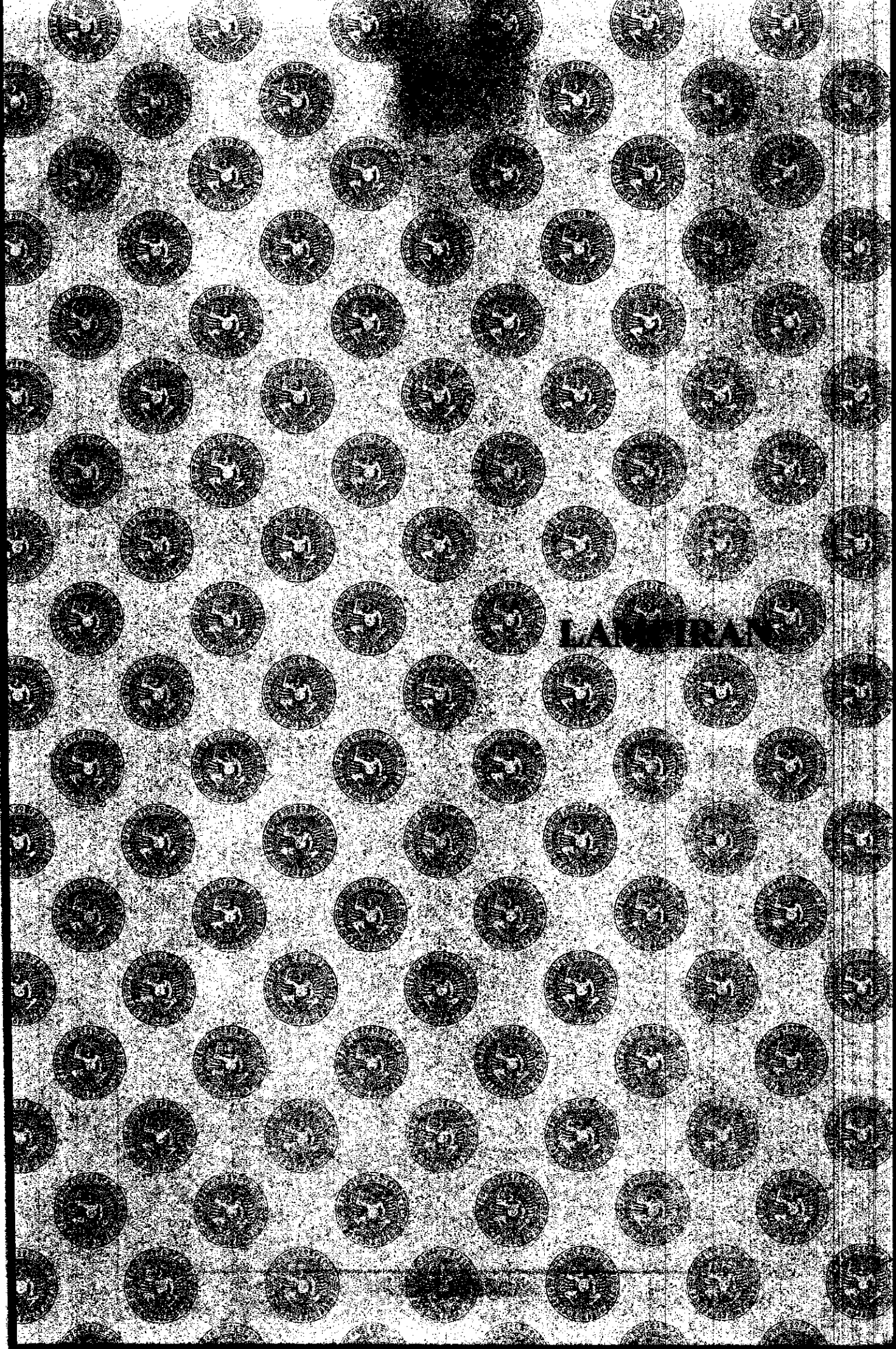
- Abidin, Z. 1984. Dasar Pengetahuan Ilmu Tanaman. Angkasa. Bandung. 177 Hal.
- Agh, N. and P. Sorgeloos. 2005. Handbook of Protocols and Guidelines for Culture and Enrichment of Live Food for Use in Larviculture. Artemia and Aquatic Animal Research Center Urmia University, Iran and Laboratory of Aquaculture and Artemia Reference Center University of Ghent, Belgium. Urmia-Iran. 60 p.
- Cassan, J., Duran, E., and A. Isambert. 2003. Optimisation of the Industrial Production of *Nannochloropsis oculata*: Cooperation Between Classical Modelling and Design of Experiments. Laboratoire de Genie des Procédés et Matériaux. Paris-France. 2 p.
- Dahuri, R. 2003. Prospek Investasi dan Bisnis di Sektor Kelautan. <http://www.ruu-kelautan.8m.com/content.php?c=1820>. 4 Hal.
- Djarajah, A. S. 1995. Pakan Ikan Alami. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 87 Hal.
- Gaman, P. M. dan K. B. Sherrington. 1992. Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi. Edisi Kedua. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 196 Hal.
- Harborne, J. B. 1987. Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan. Institut Teknologi Bandung. 354 Hal.
- Hudaidah, S. 2003. Budidaya *Nannochloropsis oculata* dalam Skala Laboratorium, Semi Massal, dan Massal. Fakultas Perikanan Lampung. Lampung. 1 p.
- Ismi, S. 1996. Perkembangan Populasi *Nannochloropsis oculata* Pada Suhu dan Salinitas yang Berbeda. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* II,2 : 68-72.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 107 Hal.
- Kadek., S. Anjar., E. Rusyani., Sugianto., Warsono., Warsito dan Reynaldo. 2004. Penerapan Teknologi Produksi Pakan Hidup Untuk Menunjang Produksi Benih Ikan. *dalam* : Laporan Tahunan Balai Budidaya Laut (BBL) Lampung. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jendral Perikanan Budidaya. Balai Budidaya Laut (BBL) Lampung. Hal 155 – 165.
- Lakitan, B. 1995. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 201 Hal.
- Lapedes, D. N. 1977. Food, Agriculture & Nutrition. Mc Graw Hill Book Company. 384 p.



- Lourenco, E. Barbarino, J. Mancini-Filho, K. P. Schinke and E. Aidar. 2002. Effects of Different Nitrogen Source on the Growth and Biochemical Profile of 10 Marine Microalgae in Batch Culture: An Evaluation for Mariculture. [www.findarticles.com](http://www.findarticles.com). *Phycologia* 41: 158 – 168.
- Marini, F. 2002. The Breeder's Net. <http://www.advanceaquarist.com/issues/aug2002/breeder.htm>. 2 p.
- Markowitz, D. 1999. What's in Our Water?. University of Rochester School of Medicine and Dentistry. <http://www.ncsu.edu>. 96 p.
- Omori, M dan T. Ikeda. 1984. *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. John Wiley and Sons. Australia. 357 p.
- Piorreck, M., K. H. Basch, and P. Pohl. 1984. Biomass Production, Total Protein, Chlorophylls, Lipids and Fatty Acids of Freshwater Green and Blue Green Algae Under Different Nitrogen Regimes. *Institut fur Pharmazeutische Biologie, Univesitat Kiel, Grasweg, Germany. Phytochemistry*, Vol. 23, No. 2., 207 – 216.
- Priyambodo, K dan T. Wahyuningsih. 2000. *Budidaya Pakan Alami Untuk Ikan*. Penebar Swadaya. Jakarta. 64 Hal.
- Rai, L. C. dan J. P. Gaur. 2001. *Algal Adaptation to Environmental Stresses*. Springer. Berlin. 421 p.
- Renaud, S, M., Van Thinh, L., Lambrinidis, G., and D. L. Parry. 2001. Effect of Temperature on Growth, Chemical Composition and Fatty Acid Composition of Tropical Australian Microalgae Grown in Batch Cultures. Faculty of Sciece, Information Technology and Education, Northern Territory University, Darwin. Australia. 20 p.
- Rocha, J. M. S., Garcia, J. E. C., and M. H. F. Henriques. 2003. Growth aspects of the Marine Microalga *Nannochloropsis gaditana*. Chemical Engineering Department, University of Coimbra. Coimbra-Portugal. 6 p.
- Rochiman, K. 1989. *Dasar Perancangan Percobaan dan Rancangan Acak Lengkap*. Universitas Airlangga. Surabaya. 143 Hal.
- Rodolfi, L., G. C. Zittelli., L. Barsanti., G. Rosati., and M. R. Tredici. 2003. Growth Medium Recycling in *Nannochloropsis* sp. Mass Cultivation. Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Universita degli Studi di Firenze, Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Istituto di Biofisica di Pisa, Dipartimento di Etologia, Ecologia, Evoluzione, Universita degli Studi di Pisa. Italy. 6 p.

- Silalahi, G. A. 2003. Metodologi Penelitian dan Studi Kasus. Citramedia. Sidoarjo. 152 Hal.
- Sukenik, A., O. Zomora., and Y. Carmeli. 1993. Biochemical Quality of Marine Unicellular Algae with Special Emphasis on Lipid Composition *Nannochloropsis oculata*. The National Institute of Oceanography, Israel Oceanographic and Limnological Research. Haifa, Israel. 13 p.
- Suriawiria, U. 2005. Chlorella Untuk Kesehatan dan Kebugaran. Papas Sinar Sinanti. Jakarta. 44 Hal.
- Sutarmat, T dan S. Ismi. 1996. Perbedaan Lama Pengkayaan *Nannochloropsis oculata* Terhadap Kandungan Asam Lemak Rotifer (*Branchionus rotundiformis*). Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia II, 2 : 63-67.
- Sutomo. 2004. Pengaruh Salinitas dan Jenis Mikroalga (*Chaetoceros gracilis* dan *Nannochloropsis oculata*) Terhadap Perkembangan Nauplii dan Pertumbuhan Kopepoda *Tigriopus brevicornis*. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. Jakarta. 20 Hal.
- Sze, P. 1993. A Biology of The Algae. Wm. C. Brown, Inc. Dubuque, Iowa. 259 p.
- Taw, N. 1990. Biologi and Culture of Algae. United Nations Developments Programme Food and Agriculture Organization of The United Nations. 28 p.
- Tromba, I. and L. Tromba. 2005. Chlorella Algae and the Attack of the Fertilizer. California State Science Fair. California. 1 p.
- Tsai, C. Kuang. 1989. Pengelolaan Mutu Air. Lokakarya Pengelolaan Budidaya Udang. Fwu Sow Group Taiching, Taiwan, Republic of China. 15 Hal.
- Valenzuela-Espinosa, E., Millan-Nun., and Ez R. SL Nunez-Cebrero F. 1999. Biomass Production and Nutrient Uptake by *Isochrysis aff. galbana* (Clone T-ISO) Cultured with a Low Cost Alternative to the f/2 Medium. in: Lourenco, E. Barbarino, J. Mancini-Filho, K. P. Schinke and E. Aidar. 2002. Effects of Different Nitrogen Source on the Growth and Biochemical Profile of 10 Marine Microalgae in Batch Culture: An Evaluation for Mariculture. [www.findarticles.com](http://www.findarticles.com). Phycologia 41: 158 – 168.
- [www.dkp.go.id](http://www.dkp.go.id). 2005. Perikanan Tangkap Indonesia. <http://www.dkp.go.id/content.php?c=1823>. 8 Hal.

- [www.dkp.go.id](http://www.dkp.go.id). 2005<sub>b</sub>. Budidaya Udang Sistem Tertutup. (<http://www.dkp.go.id/content.php?c=1854>). 2 Hal.
- [www.id.wikipedia.org/wiki/fotosintesis](http://www.id.wikipedia.org/wiki/fotosintesis). 2005. Fotosintesis. <http://www.id.wikipedia.org/wiki/fotosintesis>. 1 p.
- [www.o-fish.com](http://www.o-fish.com). 2003. Parameter Air. <http://www.o-fish.com/Air.php>. 6 Hal.
- [www.shigen.lab.nig.ac.jp](http://www.shigen.lab.nig.ac.jp). 2000. Nannochloropsis Classification. <http://www.shigen.lab.nig.ac.jp>. 1 p.
- [www.terranel.or.id](http://www.terranel.or.id). 2003. Perencanaan Pengendalian Pencemaran di Jawa Timur, Antisipasi Kerusakan Lingkungan Perairan Brantas. <http://www.terranel.or.id/tulisandetil.php?c=1823>. 4 Hal.
- [www.umaine.edu](http://www.umaine.edu). 2002. Nitrate, Groundwater and Livestock Health. <http://www.umaine.edu/waterquality/publications/7086.pdf>. 4 p.



LABRAL



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Komposisi Pupuk Untuk Budidaya *N. oculata* Skala Semi Massal di Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol dan Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo

#### Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol

Jenis Pupuk	Dosis
Urea	80 ppm
ZA	60 ppm
TSP	15 ppm
EDTA	15 ppm
FeCl <sub>3</sub>	2,5 ppm

#### Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo

Jenis Pupuk	Dosis
Urea	40 ppm
ZA	30 ppm
TSP	30 ppm
EDTA	5 ppm
FeCl <sub>3</sub>	5 ppm

## Lampiran 2. Metode Kerja Analisa Kandungan Protein dengan Metode Lowry

### 1. Dibuat Larutan:

A : 2 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dalam 0,1 N NaOH sebanyak 200 ml

B : 0,0625 gr  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dalam 12,5 ml aquadest dicampur dengan 0,125 gr  $\text{Na}_2\text{K}$  tartrat dalam 12,5 ml aquadest

### 2. Dibuat Larutan :

50 ml pereaksi A + 1 ml Pereaksi B (Pereaksi ini stabil 1 hari).

### 3. Dibuat larutan pereaksi folin sebanyak 8 ml dengan perbandingan 1 : 1

4. Dibuat larutan standar protein 50 gr BSA (*Bovine Serum Albumin*) dalam 25 ml aquadest dicampur merata jangan sampai timbul busa. Selanjutnya larutan standar protein diencerkan hingga konsentrasinya menjadi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dst.....1,4 mg/lt

5. Larutan standar protein yang sudah diencerkan dipipet masing-masing 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang bersih dan terpisah, kemudian setiap tabung reaksi diberi tanda., juga dipipet 1 ml aquadest ke dalam tabung reaksi sebagai blangko ( dibuat 3 blangko)

6. Pekerjaan no 5 dilakukan juga pada sampel yang akan diuji proteinnya

7. Pereaksi no 2. (A+B) sebanyak 5 ml ditambahkan masing-masing ke dalam setiap tabung reaksi dan setelah 10 menit ditambahkan pereaksi folin 0,5 ml, setelah 30 menit absorbansi larutan diukur pada spektrofotometer pada panjang gelombang 578 nm. Untuk mengukur nilai nol (0) pada skala spektrofotometer digunakan aquadest, selanjutnya untuk penghitungan absorbansi semua data pengukuran dikurangi rata-rata blangko.

8. Kurva standar protein dibuat sebagai berikut : absorbansi terkoreksi sebagai ordinat dan konsentrasi protein sebagai absis. Kemudian konsentrasi sampel dapat ditentukan konsentrasi proteinnya.

**Lampiran 3. Data Penghitungan Kepadatan Sel *N. oculata* ( $\times 10^6$  Sel/ml)**

**Hasil Penghitungan Kepadatan Sel pada Perlakuan A dengan Pemberian Urea 0 ppm ( $\times 10^6$  Sel/ml)**

Ulangan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	7,25	7,30	7,60	8,20	9,40	11,50	10,50	7,25
2	7,25	7,40	8,00	9,90	10,05	11,35	8,95	7,10
3	7,25	7,30	7,70	8,00	10,55	11,40	9,50	7,25
Sum	21,75	22,00	23,30	26,10	30,00	34,25	28,95	21,60
Mean	7,2500	7,3333	7,7667	8,7000	10,0000	11,4167	9,6500	7,2000
SD	0,00000	0,05774	0,20817	1,04403	0,57663	0,07683	0,78581	0,08660

**Hasil Penghitungan Kepadatan Sel pada Perlakuan B dengan Pemberian Urea 20 ppm ( $\times 10^6$  Sel/ml)**

Ulangan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	7,25	7,90	8,30	8,55	10,70	14,20	10,20	8,60
2	7,25	7,80	8,45	9,05	9,40	14,35	12,35	8,25
3	7,25	8,20	8,45	9,35	10,30	13,95	10,20	8,50
Sum	21,75	23,90	25,20	26,95	30,40	42,50	32,75	25,35
Mean	7,2500	7,9667	8,4000	8,9833	10,1333	14,1667	10,9167	8,4500
SD	0,00000	0,20817	0,08660	0,40415	0,66583	0,20207	1,24130	0,18028

**Hasil Penghitungan Kepadatan Sel pada Perlakuan C dengan Pemberian Urea 40 ppm ( $\times 10^6$  Sel/ml)**

Ulangan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	7,25	8,00	9,10	9,45	10,40	14,25	16,20	12,55
2	7,25	8,75	9,40	1,25	10,60	14,40	15,35	12,45
3	7,25	8,35	9,35	10,60	10,80	15,05	17,25	14,40
Sum	21,75	25,10	27,85	30,30	31,80	43,70	48,80	39,40
Mean	7,2500	8,3667	9,2833	10,1000	10,6000	14,5667	16,2667	13,1333
SD	0,00000	0,37528	0,16073	0,58949	0,20000	0,42525	0,95175	1,09810

**Lampiran 3. Data Penghitungan Kepadatan Sel *N. oculata* ( $\times 10^6$  Sel/ml) (Lanjutan)**

**Hasil Penghitungan Kepadatan Sel pada Perlakuan D dengan Pemberian Urea 60 ppm ( $\times 10^6$  Sel/ml)**

Ulangan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	7,25	8,55	9,30	9,70	10,20	14,35	10,10	8,00
2	7,25	8,25	8,85	10,10	10,25	14,10	10,75	9,15
3	7,25	8,75	9,60	11,30	10,20	14,30	10,95	8,50
Sum	21,75	25,55	27,75	31,10	30,65	42,75	31,80	25,65
Mean	7,2500	8,5167	9,2500	10,3667	10,2167	14,2500	10,6000	8,5500
SD	0,00000	0,25166	0,37749	0,83267	0,02887	0,13229	0,44441	0,57663

**Hasil Penghitungan Kepadatan Sel pada Perlakuan E dengan Pemberian Urea 80 ppm ( $\times 10^6$  Sel/ml)**

Ulangan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	7,25	9,35	9,50	9,80	10,30	8,45	7,70	6,75
2	7,25	9,05	9,60	10,40	10,55	9,65	8,80	7,60
3	7,25	9,00	10,15	11,35	12,05	9,35	7,30	6,50
Sum	21,75	27,40	29,25	31,55	32,90	27,45	23,80	20,85
Mean	7,2500	9,1333	9,7500	10,5167	10,9667	9,1500	7,9333	6,9500
SD	0,00000	0,18930	0,35000	0,78156	0,94648	0,62450	0,77675	0,57663

**Hasil Penghitungan Kepadatan Sel pada Perlakuan F dengan Pemberian Urea 100 ppm ( $\times 10^6$  Sel/ml)**

Ulangan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	7,25	9,35	9,95	16,10	9,35	8,60	7,80	7,05
2	7,25	9,45	9,70	14,05	9,35	8,20	8,05	7,65
3	7,25	9,70	9,80	16,35	9,45	8,85	7,20	6,15
Sum	21,75	28,50	29,45	46,50	28,15	25,65	23,05	20,85
Mean	7,2500	9,5000	9,8167	15,5000	9,3833	8,5500	7,6833	6,9500
SD	0,00000	0,18028	0,12583	1,26194	0,05774	0,32787	0,43684	0,75498

**Lampiran 4. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel *N. oculata* pada Hari ke-0**

**Oneway**

**Descriptives**

Hari-0

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
A	3	7,2500	,00000	,00000	7,25	7,25
B	3	7,2500	,00000	,00000	7,25	7,25
C	3	7,2500	,00000	,00000	7,25	7,25
D	3	7,2500	,00000	,00000	7,25	7,25
E	3	7,2500	,00000	,00000	7,25	7,25
F	3	7,2500	,00000	,00000	7,25	7,25
Total	18	7,2500	,00000	,00000	7,25	7,25

**Anova**

	Sum of Square	df	Mean square	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Between Groups	0,000	5	0,000			
Within Groups	0,000	12	0,000			
Total	0,000	17				

## Lampiran 5. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel *N. oculata* Pada Hari Pertama Setelah Inokulasi

### Oneway

#### Descriptives

Hari-1						
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
A	3	7,3333	,05774	,03333	7,30	7,40
B	3	7,9667	,20817	,12019	7,80	8,20
C	3	8,3667	,37528	,21667	8,00	8,75
D	3	8,5167	,25166	,14530	8,25	8,75
E	3	9,1333	,18930	,10929	9,00	9,35
F	3	9,5000	,18028	,10408	9,35	9,70
Total	18	8,4694	,75986	,17910	7,30	9,70

#### Anova

	Sum of Square	df	Mean square	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Between Groups	9,177	5	1,835	34,505	3,11	5,06
Within Groups	0,638	12	0,053			
Total	9,816	17				

### Uji Duncan

#### Hari-1

Duncan <sup>a</sup>					
Perlakuan	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
A	3	7,3333			
B	3		7,9667		
C	3		8,3667	8,3667	
D	3			8,5167	
E	3				9,1333
F	3				9,5000
Sig.		1,000	,055	,441	,075

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Lampiran 6. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel *N. oculata* Pada Hari Kedua Setelah Inokulasi

### Oneway

#### Descriptives

Hari-2

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
A	3	7,7667	,20817	,12019	7,60	8,00
B	3	8,4000	,08660	,05000	8,30	8,45
C	3	9,2833	,16073	,09280	9,10	9,40
D	3	9,2500	,37749	,21794	8,85	9,60
E	3	9,7500	,35000	,20207	9,50	10,15
F	3	9,8167	,12583	,07265	9,70	9,95
Total	18	9,0444	,78364	,18470	7,60	10,15

#### Anova

	Sum of Square	df	Mean square	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Between Groups	9,724	5	1,945	32,641	3,11	5,06
Within Groups	0,715	12	0,60			
Total	10,439	17				

### Uji Duncan

Hari-2

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
A	3	7,7667			
B	3		8,4000		
D	3			9,2500	
C	3			9,2833	
E	3				9,7500
F	3				9,8167
Sig.		1,000	1,000	,870	,744

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Lampiran 7. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel *N. oculata* Pada Hari Ketiga Setelah Inokulasi

### Oneway

#### Descriptives

Hari-3

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
A	3	8,7000	1,04403	,60277	8,00	9,90
B	3	8,9833	,40415	,23333	8,55	9,35
C	3	10,1000	,58949	,34034	9,45	10,60
D	3	10,3667	,83267	,48074	9,70	11,30
E	3	10,5167	,78156	,45123	9,80	11,35
F	3	15,5000	1,26194	,72858	14,05	16,35
Total	18	10,6944	2,43104	,57300	8,00	16,35

#### Anova

	Sum of Square	df	Mean square	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Between Groups	91,474	5	18,295	24,407	3,11	5,06
Within Groups	8,995	12	0,750			
Total	100,469	17				

### Uji Duncan

Hari-3

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
A	3	8,7000		
B	3	8,9833	8,9833	
C	3	10,1000	10,1000	
D	3		10,3667	
E	3		10,5167	
F	3			15,5000
Sig.		,083	,067	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



## Lampiran 8. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel *N. oculata* Pada Hari Keempat Setelah Inokulasi

### Oneway

#### Descriptives

Hari-4

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
A	3	10,0000	,57663	,33292	9,40	10,55
B	3	10,1333	,66583	,38442	9,40	10,70
C	3	10,6000	,20000	,11547	10,40	10,80
D	3	10,2167	,02887	,01667	10,20	10,25
E	3	10,9667	,94648	,54645	10,30	12,05
F	3	9,3833	,05774	,03333	9,35	9,45
Total	18	10,2167	,67758	,15971	9,35	12,05

#### Anova

	Sum of Square	df	Mean square	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Between Groups	4,373	5	0,875	3,059	3,11	5,06
Within Groups	3,432	12	0,286			
Total	7,805	17				

### Uji Duncan

Hari-4

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
F	3	9,3833	
A	3	10,0000	10,0000
B	3	10,1333	10,1333
D	3	10,2167	10,2167
C	3		10,6000
E	3		10,9667
Sig.		,102	,066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

### Lampiran 9. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel *N. oculata* Pada Hari Kelima Setelah Inokulasi

#### Oneway

##### Descriptives

Hari-5

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
A	3	11,4167	,07638	,04410	11,35	11,50
B	3	14,1667	,20207	,11667	13,95	14,35
C	3	14,5667	,42525	,24552	14,25	15,05
D	3	14,2500	,13229	,07638	14,10	14,35
E	3	9,1500	,62450	,36056	8,45	9,65
F	3	8,5500	,32787	,18930	8,20	8,85
Total	18	12,0167	2,56228	,60394	8,20	15,05

##### Anova

	Sum of Square	df	Mean square	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Between Groups	110,125	5	22,025	177,980	3,11	5,06
Within Groups	1,485	12	0,124			
Total	111,610	17				

#### Uji Duncan

Hari-5

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
F	3	8,5500		
E	3	9,1500		
A	3		11,4167	
B	3			14,1667
D	3			14,2500
C	3			14,5667
Sig.		,059	1,000	,210

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Lampiran 10. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel *N. oculata* Pada Hari Keenam Setelah Inokulasi

### Oneway

#### Descriptives

Hari-6

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
A	3	9,6500	,78581	,45369	8,95	10,50
B	3	10,9167	1,24130	,71667	10,20	12,35
C	3	16,2667	,95175	,54949	15,35	17,25
D	3	10,6000	,44441	,25658	10,10	10,95
E	3	7,9333	,77675	,44845	7,30	8,80
F	3	7,6833	,43684	,25221	7,20	8,05
Total	18	10,5083	3,01131	,70977	7,20	17,25

#### Anova

	Sum of Square	df	Mean square	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Between Groups	146,045	5	29,209	43,210	3,11	5,06
Within Groups	8,112	12	0,676			
Total	154,156	17				

### Uji Duncan

Hari-6

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
F	3	7,6833		
E	3	7,9333		
A	3		9,6500	
D	3		10,6000	
B	3		10,9167	
C	3			16,2667
Sig.		,716	,097	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Lampiran 11. Analisis Ragam Data Kepadatan Sel *N. oculata* Pada Hari Ketujuh Setelah Inokulasi

### Oneway

#### Descriptives

Hari-7

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
A	3	7,2000	,08660	,05000	7,10	7,25
B	3	8,4500	,18028	,10408	8,25	8,60
C	3	13,1333	1,09810	,63399	12,45	14,40
D	3	8,5500	,57663	,33292	8,00	9,15
E	3	6,9500	,57663	,33292	6,50	7,60
F	3	6,9500	,75498	,43589	6,15	7,65
Total	18	8,5389	2,28599	,53881	6,15	14,40

#### Anova

	Sum of Square	df	Mean square	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Between Groups	83,876	5	16,775	40,572	3,11	5,06
Within Groups	4,962	12	0,413			
Total	88,838	17				

### Uji Duncan

Hari-7

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
E	3	6,9500		
F	3	6,9500		
A	3	7,2000		
B	3		8,4500	
D	3		8,5500	
C	3			13,1333
Sig.		,659	,852	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

**Lampiran 12. Analisis Ragam Data Kandungan Protein *N. oculata* ( $\mu\text{g/ml}$  media)**

Ulangan	Perlakuan					
	A	B	C	D	E	F
1	74,34	95,58	95,58	92,04	74,34	77,88
2	72,56	90,28	96,40	90,44	76,24	77,98
3	71,66	90,38	95,68	90,22	75,32	78,56
Sum	218,56	276,24	287,66	272,20	225,90	234,42
Mean	72,8533	92,0800	95,8867	90,9000	75,3000	78,1400
SD	1,36387	3,03150	0,44736	0,99338	0,95016	0,36715

**Oneway**

**Descriptives**

**kandungan protein ( $\mu\text{g/ml}$  media)**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
A	3	72,8533	1,36387	,78743	71,66	74,34
B	3	92,0800	3,03150	1,75024	90,28	95,58
C	3	95,8867	,44736	,25828	95,58	96,40
D	3	90,9000	,99338	,57353	90,22	92,04
E	3	75,3000	,95016	,54857	74,34	76,24
F	3	78,1400	,36715	,21197	77,88	78,56
Total	18	84,1933	9,36601	2,20759	71,66	96,40

**Anova**

	Sum of Square	df	Mean square	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Between Groups	1464,728	5	292,946	132,408	3,11	5,06
Within Groups	26,549	12	2,212			
Total	1491,278	17				

## Lampiran 12. Analisis Ragam Data Kandungan Protein ( $\mu\text{g/ml}$ media) (Lanjutan)

### Uji Duncan

#### Kandungan Protein ( $\mu\text{g/ml}$ media)

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
A	3	72,8533			
E	3	75,3000			
F	3		78,1400		
D	3			90,9000	
B	3			92,0800	
C	3				95,8867
Sig.		,067	1,000	,350	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

### Lampiran 13. Data Parameter Kualitas Air Selama Penelitian

#### Rata-rata Kandungan Oksigen Terlarut yang Terukur Selama Penelitian (ppm)

Perlakuan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	6,5	6,7	6,8	7,2	7,4	7,1	7,1	7,1
B	6,5	6,9	6,8	7,2	7,4	7,5	6,9	6,9
C	6,5	6,8	6,9	7,1	7,1	7,3	7,1	6,9
D	6,5	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,2	6,8
E	6,5	6,9	7,0	7,1	7,3	7,1	6,9	6,9
F	6,5	6,8	7,0	7,0	7,3	7,1	7,0	6,9

#### Rata-rata Suhu yang Terukur Selama Penelitian (°C)

Perlakuan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	29,5	29,6	30,0	30,2	31,2	29,7	28,5	28,4
B	29,5	30,2	30,3	31,2	31,1	30,4	28,6	29,4
C	29,5	29,9	30,0	30,3	31,1	29,9	28,4	28,7
D	29,5	29,8	29,9	30,8	31,4	29,8	28,4	28,7
E	29,5	30,0	30,3	30,8	31,1	30,1	28,7	29,0
F	29,5	29,8	30,1	30,4	30,6	29,9	28,1	28,6

#### Rata-rata pH yang Terukur Selama Penelitian

Perlakuan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	8,4	8,3	8,2	8,1	7,8	7,9	7,8	7,7
B	8,4	8,4	8,2	8,1	7,9	7,9	7,7	7,7
C	8,4	8,4	8,3	8,1	8,0	7,9	7,8	7,7
D	8,4	8,3	8,1	8,1	7,9	7,9	7,8	7,7
E	8,4	8,3	8,2	8,1	7,9	7,8	7,7	7,7
F	8,4	8,4	8,2	8,1	7,9	7,9	7,8	7,7

### Lampiran 13 . Data Parameter Kualitas Air Selama Penelitian (Lanjutan)

#### Rata-rata Salinitas yang Terukur Selama Penelitian (*ppt*)

Perlakuan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	33	33	33	33	34	34	34	35
B	33	33	33	33	34	34	34	35
C	33	33	33	33	34	34	34	35
D	33	33	33	33	34	34	34	35
E	33	33	33	33	34	34	34	35
F	33	33	33	33	34	34	34	35

#### Rata-rata Alkalinitas yang Terukur Selama Penelitian (*ppm*)

Perlakuan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	120	120			120			120
B	120	120			120			120
C	120	120			120			120
D	120	120			120			120
E	120	120			120			120
F	120	120			120			120

#### Rata-rata CO<sub>2</sub> yang Terukur Selama Penelitian (*ppm*)

Perlakuan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	0	0			0			0
B	0	0			0			0
C	0	0			0			0
D	0	0			0			0
E	0	0			0			0
F	0	0			0			0



**Lampiran 13 . Data Parameter Kualitas Air Selama Penelitian (Lanjutan)****Rata-rata Ammonia yang Terukur Selama Penelitian (ppm)**

Perlakuan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>A</b>	< 0,5	< 0,5			<0,5			<0,5
<b>B</b>	< 0,5	< 0,5			<0,5			<0,5
<b>C</b>	< 0,5	< 0,5			<0,5			<0,5
<b>D</b>	< 0,5	< 0,5			<0,5			<0,5
<b>E</b>	< 0,5	< 0,5			<0,5			<0,5
<b>F</b>	< 0,5	< 0,5			<0,5			<0,5



**Lampiran 15. Rumus Penghitungan *N. oculata***

<b>A</b>	<b>E</b>					<b>B</b>
	a				b	
			e			
	c				d	
<b>C</b>						<b>D</b>

Penghitungan Small Block :

$$\frac{na + nb + nc + nd + ne}{4 \times 5} \times 10^6 \text{ sel/ml}$$

Penghitungan Big Block :

$$\frac{nA + nB + nC + nD + nE}{5} \times 10^4 \text{ sel/ml}$$

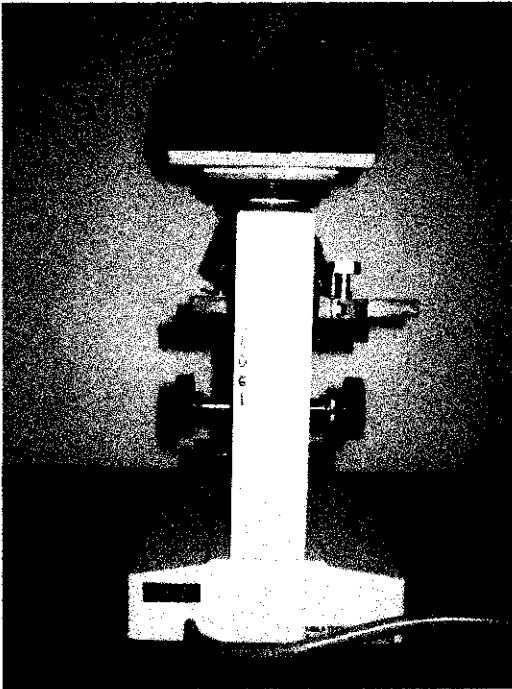
Penghitungan BBAP Situbondo :

$$\frac{na + nb + nc + nd}{4} \times 16 \times 10^4 \text{ sel/ml}$$

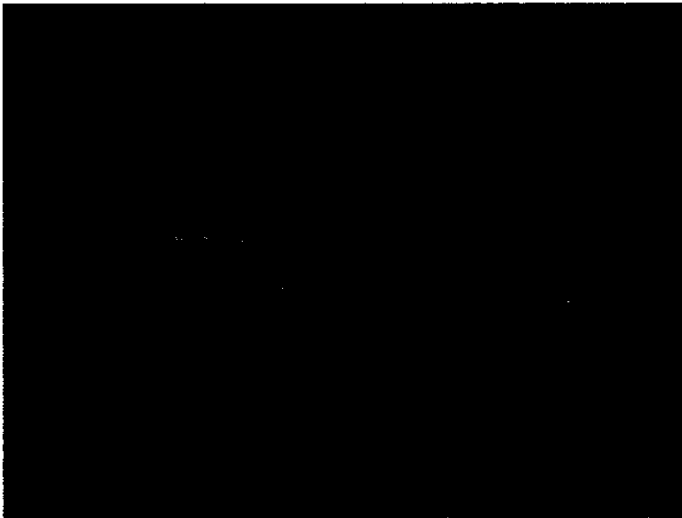
**Lampiran 16. Denah Penempatan Wadah Pemeliharaan Selama Kegiatan Penelitian**



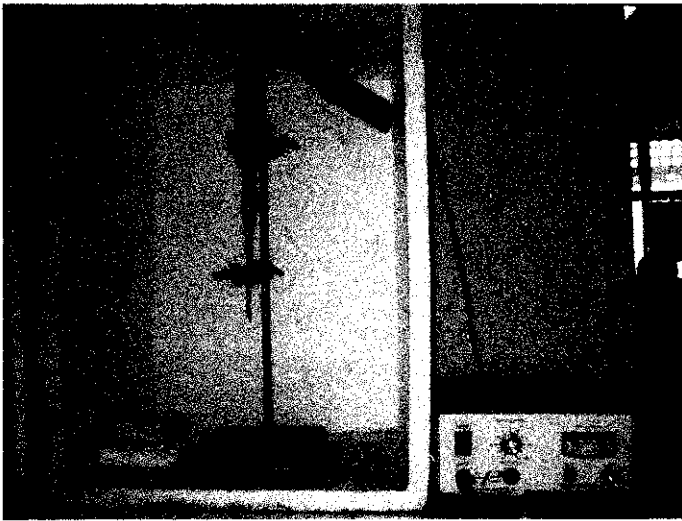
**Lampiran 17. Alat Untuk Menghitung Kepadatan Sel *N. oculata*.**

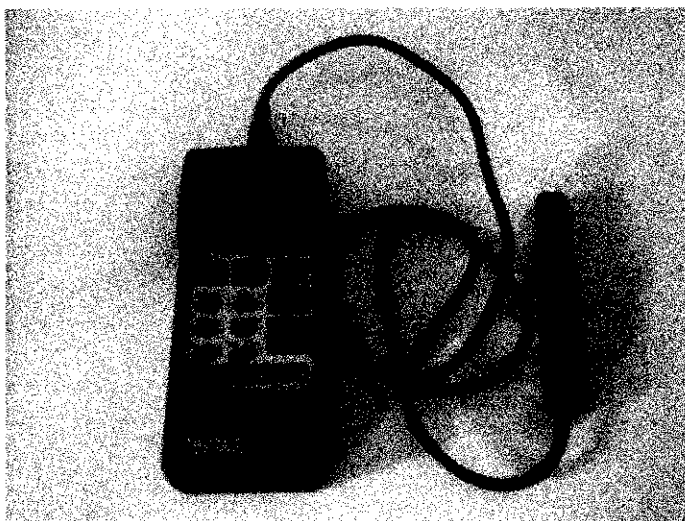
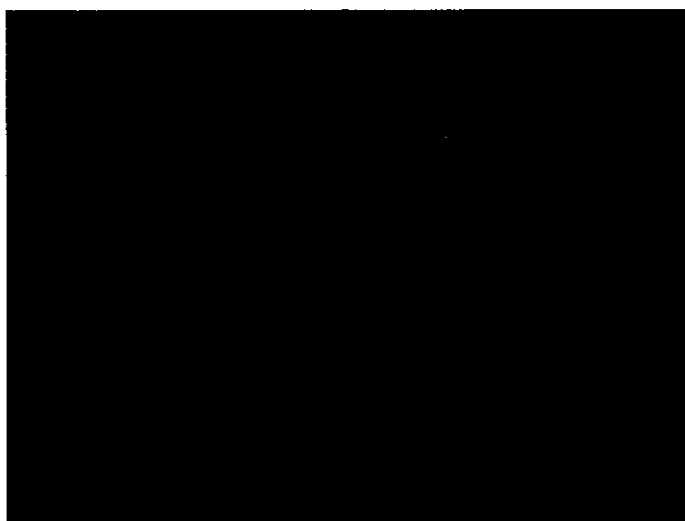


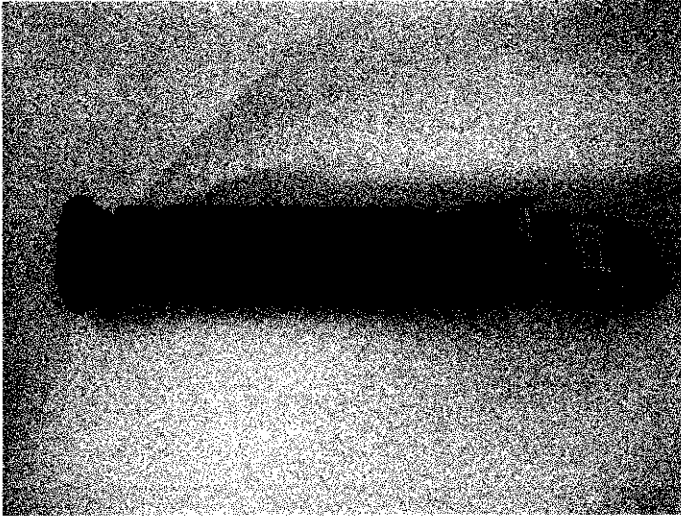
**Mikroskop**



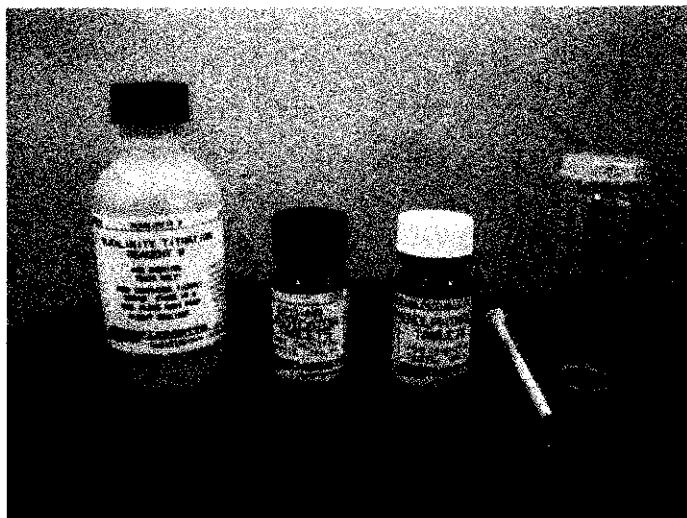
***Haemocytometer dan Hand Counter***

**Lampiran 18. Alat Untuk Menganalisa Kandungan Protein *N. oculata*****Sonikator****Spektrofotometer**

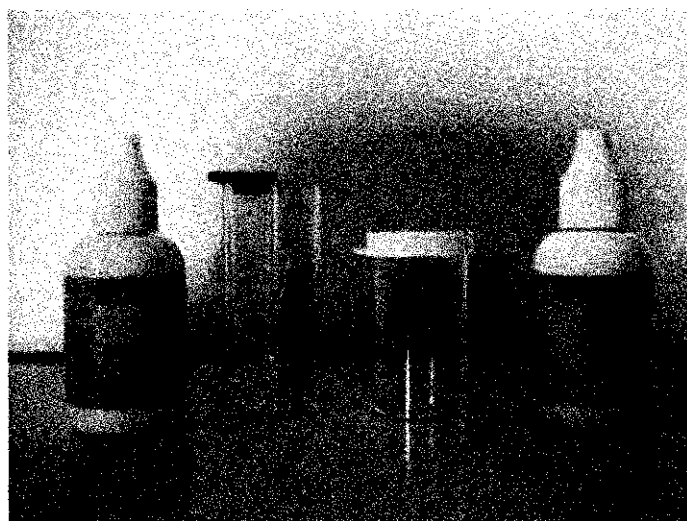
**Lampiran 19. Alat Untuk Mengukur Parameter Kualitas air****DO meter****PH pen**

**Lampiran 19. Alat Untuk Mengukur Parameter Kualitas air (Lanjutan)****Refraktometer****Larutan pp dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$**



**Lampiran 19. Alat nUntuk Mengukur Parameter Kualitas Air (Lanjutan)**

***Alkalanitas test kit.***



***Ammonia test kit.***