

**PENGARUH KOMBINASI PUPUK UREA DENGAN DOSIS SAMA DAN MEDIA
EKSTRAK TAUGE (MET) DENGAN DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP
KEPADATAN DAN KANDUNGAN PROTEIN *Nannochloropsis oculata***

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

NUR ROHIMAH FEBRIATI

NIM. 115080101111078



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**PENGARUH KOMBINASI PUPUK UREA DENGAN DOSIS SAMA DAN MEDIA
EKSTRAK TAUGE (MET) DENGAN DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP
KEPADATAN DAN KANDUNGAN PROTEIN *Nannochloropsis oculata***

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

NUR ROHIMAH FEBRIATI

NIM. 115080101111078



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

SKRIPSI

PENGARUH KOMBINASI PUPUK UREA DENGAN DOSIS SAMA DAN MEDIA
EKSTRAK TAUGE (MET) DENGAN DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP
KEPADATAN DAN KANDUNGAN PROTEIN *Nannochloropsis oculata*

Oleh :

NUR ROHIMAH FEBRIATI

NIM. 115080101111078

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 13 Juli 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No. :
Tanggal :

Dosen penguji I

Ir. SUPRIATNA, MS.i
NIP. 19640515 199003 1 003
Tanggal :

Dosen Penguji II

Dr. MUHAMMADA MUSA, MS.
NIP. 19570507 198602 1 002
Tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dr. UUN YANUHAR, S.Pi, MSi
NIP. 19730404 200212 2 001
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Ir. KUSRIANI, MP.
NIP. 19560417 198403 2 001
Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Dr. Ir. ARNING WILUJENG. E, MS
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, 13 Juli 2014

Mahasiswa,

NUR ROHIMAH FEBRIATI
NIM. 115080101111078

UCAPAN TERIMA KASIH

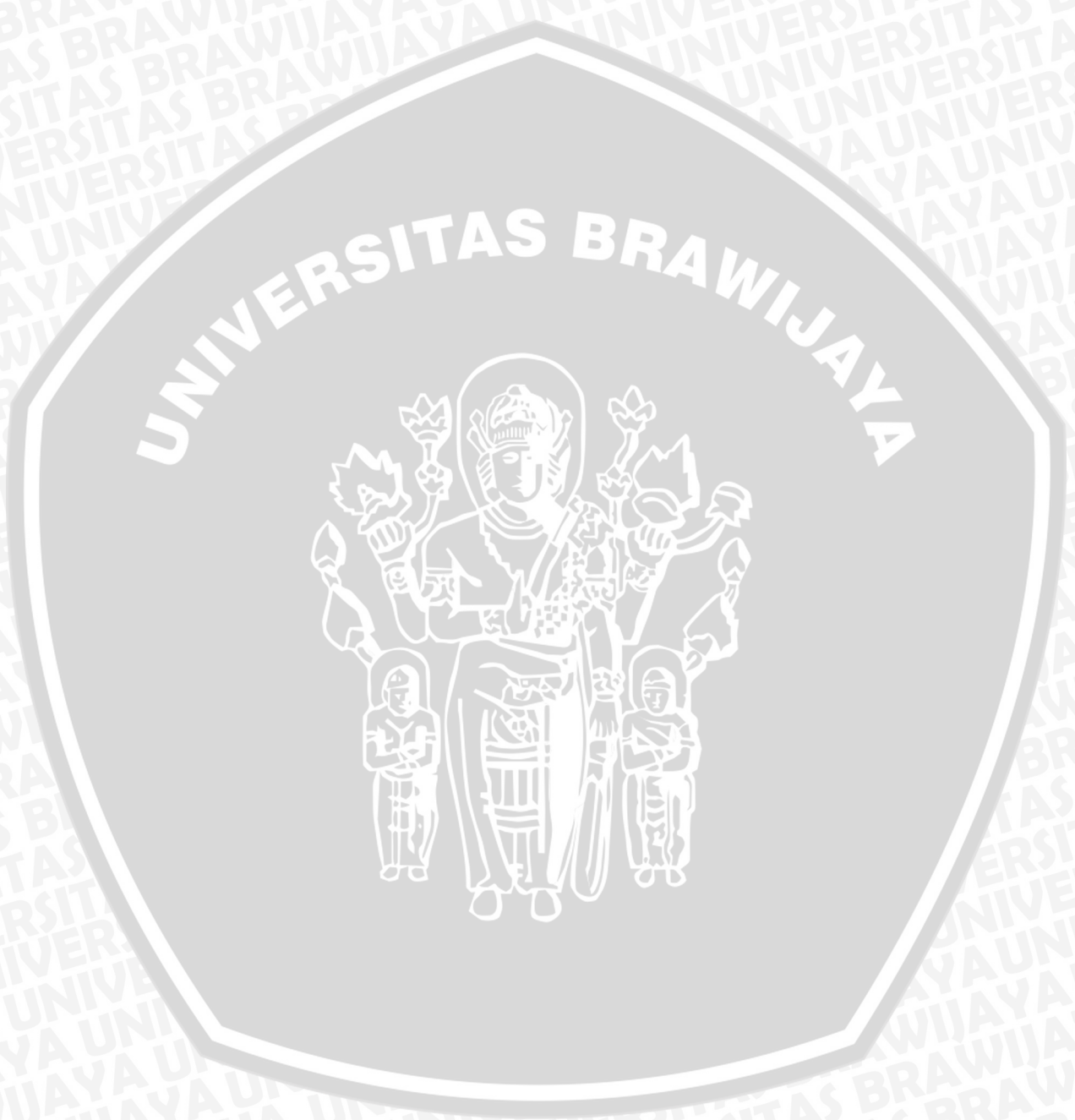
Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Segala puji bagi Allah SWT, maha pengasih dan penyayang yang telah memberikan rahmat serta keberkahan kepada hambanya, kemudahan serta kelancaran dalam segalanya, sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir dan studi di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
2. Terima kasih yang dalam penulis persembahkan Kedua orang tua yaitu ayahanda Salamun dan Ibunda Nikamatus Sholihah, Adik-adiku Na'imatus Sa'adah dan M. Kenzi Raditya Alvaro tersayang dan seluruh keluarga besar terima kasih atas kasih sayang, do'a, semangat dan semua dukungannya yang tiada henti.
3. Ibu Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si dan Ibu Ir. Kusriani, MP. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Supriatna, M.Si, dan Bapak Dr. Muhammad Musa, MS. selaku dosen Penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat dan membangun bagi penulis.
5. Thanks a lot my strong team "TIM KULTUR" Kapten tim Ainul, azzimar, Ocha, Uphi, Nanuk, Dita, Arif, Fahmi, dan Arena yang udah bantuin berjuang bareng-bareng buat gelar S.Pi
6. Terima kasih banyak kepada "TIM ALGA" : Mas Khumaidi selaku asdos yang sudah membantu membimbing, Yovan, Amira, Mbak Lisa, Hendra, Mbak Gita, Mas Catur, Mbak Leni dan Mas Lukman, terima kasih banyak atas bantuan, semangat dan dukungannya.
7. **Para Ulbul**, Ayu Giri as ketua gengAlay, Naya as Wakil ketua gengAlay, Elva as Si Mar, Lutfi as Upil, Intan as Kintun, Fina as Kak Gong, Nia as Nyak, Adik Meta as Metil, Thanks a lot buls telah menjadi sahabat, saudara di perantauan, semua sharing, doa, bantuan, support yang sangat luar biasa.
8. **Laboran Lingkungan dan bioteknologi** mbak Hawa dan mbak Mega; **Laboran Laboratorium Reproduksi dan Genetika** Pak Udin dan Pak Yit

9. serta **Laboran Laboratorium Pengujian Keamanan dan Mutu Pangan**, terima kasih sudah melayani tim kami dengan kesabaran dan baik hati.
10. Terima kasih banyak **Balai Budidaya Air Payau Situbondo**.
11. **My Dorm mate** : Ani, Jannah, Hidayah, Cepi, Icha, Ilma, Eno, Fitri, dan mbak datu semoga lancar skripsi, selamat buat titlenya, dan terima kasih untuk Pak Gianto (Pak Ndut) maaf sering merepotkan.
12. **Rekan-rekan asisten Planktonologi**: Mas Ali, Mbak Kiki, Mbak Erna, Fitroh, Inayatus, Ican, Yosi, Huda, Aga, Ali Harja, Novian dan kawan-kawan lainnya, terima kasih sudah menjadikan aku bagian dari kalian, maaf kurang optimal disambi jadi korlap Olimpiade Brawijaya.
13. **Keluarga KKN Sukowilangun 31**; Korpos Dimas Black as Abah, Novi as Kakak, Manda as Mami, Juwita as Mbok Jum, Abdi as Papi, Uldi as Lemot, Inul, Ucil, Agus Riwik, Enwe, Yulis, Nayaka, Wence, Putri, Tami, Dani, Gangga, Bang Hardi, Uwir, dan Vita terima kasih semangat dan motivasinya sama pertanyaannya “kapan ujian? Haha”.
14. **Rekan-rekan ARM'11** yang gak mungkin penulis sebutkan satu-satu, terima kasih atas semangat, dukungan, sharing, dan semuanya.
15. Kepada berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

Malang, 13 Juli 2015

Penulis



RINGKASAN

NUR ROHIMAH FEBRIATI. PENGARUH KOMBINASI PUPUK UREA DAN MEDIA EKSTRAK TAUGE (MET) TERHADAP KEPADATAN DAN KANDUNGAN PROTEIN *N. Oculata* (dibawah bimbingan Dr. Uun Yanuhar, S.Pi,MSi dan Ir. Kusriani, MP.)

N. oculata merupakan salah satu jenis mikroalga banyak dibudidayakan. Sel *N. oculata* mengandung karbohidrat, protein, beta karoten, lipid dan klorofil. Kandungan sel *N. oculata* berpotensi dikembangkan sebagai sumber pakan, pangan, obat-obatan dan sumber energi alternatif biodiesel (Chisti, 2007). Mikroalga memerlukan berbagai macam faktor pendukung yang berpengaruh pada pertumbuhannya, sehingga kultur mikroalga pada kondisi lingkungan dan tempat berbeda dapat menghasilkan perbedaan protein. Jumlah nitrogen diduga mempengaruhi kandungan protein total, karena nitrogen merupakan unsur penting dalam pembentukan protein (Jati, dkk., 2012).

Salah satu media pertumbuhan yang dapat digunakan untuk kultur mikroalga adalah MET (Media Ekstrak Tauge). MET mengandung unsur makro terutama fosfat dalam jumlah yang tinggi. Selain itu dilengkapi pula dengan unsur mikro, mineral, asam amino dan vitamin (tiamin, riboflavin, piridoksin, triptofan, asam pantotenat, vitamin K dan vitamin C) yang berperan sebagai *growth factor* dalam pertumbuhan alga. Selain fosfat, unsur makro lain yang mendukung penyusunan senyawa dalam sel, termasuk protein dan klorofil untuk fotosintesis adalah nitrogen. Karena protein berasal dari nitrogen sehingga diperlukan penambahan jenis pupuk lain sebagai sumber nitrogen yaitu pupuk urea. (Amanatin dan Nurhidayati, 2013).

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemberian kombinasi pupuk urea dan MET yang berbeda terhadap kepadatan sel serta kandungan protein *N. oculata*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - April 2015, bertempat di Laboratorium Reproduksi dan pemuliaan Ikan, Laboratorium Lingkungan Biologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, serta Laboratorium pangan Fakultas Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Metode penelitian adalah metode eksperimen menggunakan RAL Tersarang dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Adapun perlakuan penelitian ini adalah kombinasi pupuk urea dan MET terhadap kepadatan dan kandungan protein *N. oculata* adalah : A (100 ppm Urea, MET 2%), B (100 ppm Urea, 4% MET), C (100 ppm Urea, 6% MET) dan K (Walne). Data yang diambil dari penelitian ini adalah kepadatan, kandungan protein, serta parameter kualitas air (suhu, salinitas, pH, DO, Nitrat, Fosfat, dan CO₂).

Hasil dari penelitian ini diperoleh jumlah kepadatan rata-rata tertinggi selama penelitian adalah pada perlakuan B (14.975 sel/ml), kemudian perlakuan A (12.501) sel/ml, perlakuan C (12.149) sel/ml dan Kontrol (11.774) sel/ml. sedangkan hasil uji kandungan protein menunjukkan nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan B (0.224%), selanjutnya perlakuan A (0.167%), C (0.145%) dan K (0.088%). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian kombinasi pupuk urea dan MET berpengaruh nyata terhadap kepadatan *N. oculata*, $F_{hitung} A > F_{tabel} 5\%$ sedangkan hasil perhitungan analisis sidik ragam protein *N. oculata* $F_{hitung} > F_{tabel} 5\%$ memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kandungan protein. Sedangkan hasil uji kualitas air didapatkan hasil rata-rata yaitu Suhu berkisar antara 25-26°C, salinitas 30 – 32 ppt, pH 7,44 – 8,20, DO 7,31 - 7.92 mg/L, Nitrat 0.557–1.179 mg/L, Fosfat 0.083 – 0.264 mg/L, dan karbondioksida

9,2 – 43,9 mg/L. kisaran kualitas air tersebut masih dapat ditolerir oleh *N. oculata*. Kesimpulan pada penelitian ini adalah pemberian kombinasi pupuk urea dan MET yang berbeda pada kultur *N. oculata* berpengaruh nyata terhadap kepadatan sel dan kandungan protein berdasarkan hasil analisa sidik ragam sehingga tolak H_0 , terima H_1 . Adapun saran untuk penelitian ini adalah Penggunaan kombinasi pupuk yang optimal sebagai media pertumbuhan mikroalga dan kandungan protein disarankan dengan dosis pupuk urea 100 ppm dan MET 4%.



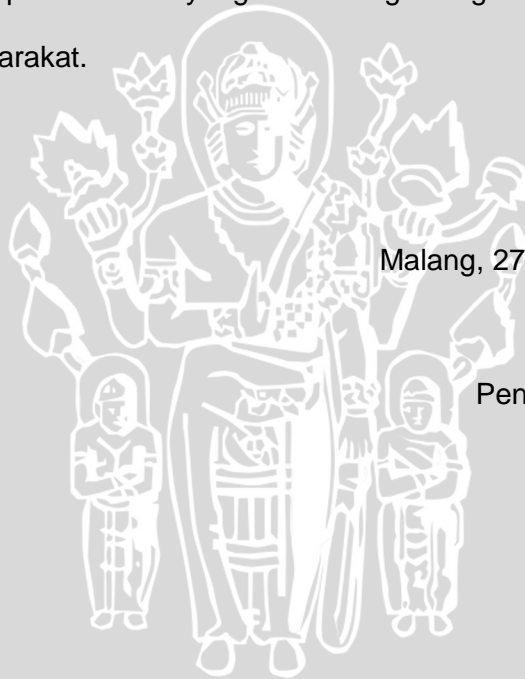
KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang dapat mengantarkan penulis untuk dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan judul “PENGARUH KOMBINASI PUPUK UREA DAN MEDIA EKSTRAK TAUGE (MET) TERHADAP KEPADATAN DAN KANDUNGAN PROTEIN *N. oculata*”.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi penyusunan, pembahasan, ataupun penulisannya. Oleh karena oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi masyarakat.

Malang, 27 Juni 2015

Penulis.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Kegunaan	3
1.5 Hipotesis	4
1.6 Waktu dan Tempat.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>N. oculata</i>	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi <i>N.oculata</i>	5
2.1.2 Habitat	6
2.1.4. Pertumbuhan <i>N.oculata</i>	6
2.2 Media Pertumbuhan.....	7
2.3 Media Ekstrak Tauge	8
2.4 Pupuk Urea.....	9
2.5 Faktor yang mempengaruhi Pertumbuhan <i>N. oculata</i>	10
a. Cahaya	11
b. Suhu	12
c. Salinitas	13
d. Derajat Keasaman	14
d. Aerasi	14
e. Oksigen terlarut (DO).....	15
f. Karbondioksida (CO ₂).....	13

2.6	Protein <i>N. oculata</i>	17
3.	MATERI DAN METODE	19
3.1	Materi Penelitian	19
3.2	Metode Penelitian	19
3.3	Alat dan Bahan	19
3.4	Sumber Data.....	19
3.5	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	20
3.6	Rancangan Penelitian.....	20
3.7	Tahapan Penelitian.....	22
3.7.1	Sterilisasi Alat.....	22
3.7.2	Sterilisasi Media.....	22
3.7.3	Pembuatan Media Ekstrak Tauge	23
3.8	Parameter Uji.....	24
3.8.1	Kepadatan <i>N. oculata</i>	24
3.8.2	Protein <i>N. oculata</i>	25
3.9	Analisis Kualitas Air.....	26
3.9.1	Parameter fisika.....	26
a.	Suhu	26
b.	Salinitas	26
3.9.2	Parameter kimia.....	26
a.	pH.....	27
b.	DO	27
c.	CO ₂	27
d.	Nitrat.....	28
e.	Orthofosfat	28
3.10	Analisis Data.....	28
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Morfologi dan Kepadatan <i>N. oculata</i>	32
4.2	Laju Pertumbuhan <i>N. oculata</i>	38
4.3	Protein <i>N. oculata</i>	41
4.3.1	Protein Tiap Sel <i>N. oculata</i>	46

4.4	Kualitas Air Media Pertumbuhan <i>N. oculata</i>	41
4.4.1	Parameter Fisika.....	48
a.	Suhu.....	48
b.	Salinitas.....	50
4.4.2	Parameter Kimia.....	51
a.	pH.....	51
b.	Oksigen Terlarut (DO).....	52
c.	Fosfat.....	53
d.	Nitrat.....	54
e.	Karbon dioksida (CO ₂).....	56
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	57
	DAFTAR PUSTAKA	58

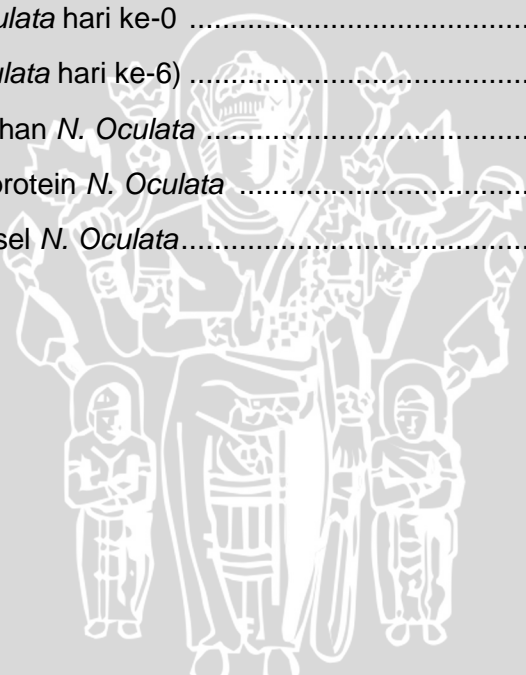


DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perlakuan kombinasi pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET).....	21
2. Denah Percobaan Penelitian	21
3. Analisa Sidik Ragam.....	29
4. Analysis of Varian (ANOVA)	30
5. Rata-rata kepadatan <i>N. oculata</i>	34
6. Analisa Sidik ragam Kepadatan <i>N. oculata</i>	37
7. Uji BNT Kepadatan <i>N. oculata</i>	38
8. Laju pertumbuhan <i>N. oculata</i>	39
9. Analisa Sidik Ragam kandungan Protein	44
10. uji BNT Protein	45
11. Protein sel <i>N. oculata</i>	46
12. Standar Syarat Mutu Pupuk Urea dan Hasil uji kandungan MET	48
13. Rata-rata Suhu	49
14. Rata-rata salinitas	50
15. Rata-rata derajat keasaman (pH).....	51
16. Rata-rata oksigen terlarut	53
17. rata-rata pengukuran Orthofosfat.....	54
18. Rata-rata pengukuran Nitrat	55
19. Rata-rata pengukuran karbondioksida	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Grafik laju Pertumbuhan	7
2. Perbandingan gambaran sel <i>N. oculata</i>	32
a. Dokumentasi Penelitian.....	32
b. Sel <i>N. oculata</i>	32
3. Struktur sel <i>N. oculata</i>	33
4. Grafik Kepadatan sel <i>N. Oculata</i>	35
5. Grafik rata-rata kepadatan <i>N. oculata</i>	36
6. Perbedaan kepadatan sel.....	37
a. Kepadatan <i>N. oculata</i> hari ke-0	37
b. kepadatan <i>N. oculata</i> hari ke-6)	37
8. Grafik laju pertumbuhan <i>N. Oculata</i>	40
9. Grafik Kandungan protein <i>N. Oculata</i>	42
10. Grafik Protein tiap sel <i>N. Oculata</i>	47



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan	63
2. Kepadatan Sel <i>N. oculata</i>	66
3. Perhitungan Analisis Sidik Ragam Kepadatan <i>N. oculata</i>	67
4. Laju Pertumbuhan	70
5. Protein <i>N. oculata</i>	71
6. Perhitungan Analisis Sidik Ragam Protein <i>N. oculata</i>	72
7. Perhitungan Protein tiap sel <i>N. oculata</i>	74
8. Suhu	76
9. Salinitas	77
10. pH	78
11. Oksigen Terlarut	79
12. Fosfat	80
13. Nitrat	81
14. Karbondioksida	82
15. Dosis Pupuk	83
16. Dokumentasi Penelitian	84



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keanekaragaman flora dan fauna Indonesia yang melimpah merupakan suatu anugerah yang dimiliki negeri ini, salah satu keanekaragaman flora Indonesia adalah alga. Alga secara morfologi dapat terbagi menjadi dua golongan yaitu makroalga (alga yang berukuran makro) dan mikroalga (alga dengan ukuran mikroskopis).

Mikroalga adalah organisme sel tunggal yang memiliki 10-100 kali daya efisiensi fotosintesis yang lebih tinggi dibandingkan tanaman tingkat tinggi. Mikroalga menggunakan air sebagai sumber elektron, sinar matahari sebagai sumber energi, dan CO₂ sebagai sumber karbon. Pada akhirnya, mikroalga akan menghasilkan oksigen, karbohidrat, protein, dan lipid (Kei, 2001).

Selama ini, mikroalga telah banyak dimanfaatkan diberbagai bidang, diantaranya yaitu sebagai sumber makanan bagi beberapa jenis larva udang, sebagai pangan sehat, bioremediasi, biofuel, dan sumber komponen aktif antibakteri. Dengan kandungan protein yang cukup tinggi dan kandungan senyawa aktif yang tinggi, maka mikroalga mempunyai potensi sebagai sumber *food supplement* melalui proses ekstraksi. Eksplorasi terhadap manfaat dari mikroalga telah banyak dilakukan untuk berbagai tujuan, antara lain: penentuan kandungan logam berat dan pencemar di perairan laut, studi tentang kandungan kimia, energi terbarukan, dan mitigasi gas karbondioksida (Chisti, 2007).

Kemampuan *N. oculata* dalam memproduksi lipid dan protein melebihi rata-rata pada kondisi mikrokultur tertentu. *N. oculata* merupakan salah satu jenis mikroalga yang umum dimanfaatkan sebagai pakan alami, terutama pada benih ikan. *N. oculata* bahkan terindikasi mampu mereduksi tekanan lingkungan

berupa salinitas dan nitrogen dengan memproduksi protein dan lipid intraseluler secara berlebihan (Muhaemin, *et al.* 2014).

N. oculata merupakan salah satu jenis mikroalga yang telah banyak dibudidayakan. Sel *N. oculata* mengandung karbohidrat, protein, beta karoten, lipid dan klorofil. Kandungan sel *N. oculata* berpotensi dikembangkan sebagai sumber pakan, pangan, dan obat-obatan serta sebagai sumber energi alternatif untuk biodiesel (Chisti, 2007).

Faktor pendukung diperlukan untuk mendapatkan kandungan gizi atau protein yang baik, mikroalga memerlukan berbagai macam faktor pendukung Salinitas, pH, zat hara (termasuk nitrogen, fosfor), suhu, sumber karbon dan cahaya berpengaruh pada pertumbuhan fitoplankton, sehingga kultur mikroalga pada kondisi lingkungan dan tempat berbeda dapat menghasilkan perbedaan protein. Jumlah nitrogen diduga mempengaruhi kandungan protein total, karena nitrogen merupakan unsur penting dalam pembentukan protein (Jati, dkk., 2012).

Salah satu media pertumbuhan yang dapat digunakan untuk kultur mikroalga adalah MET (Media Ekstrak Tauge). MET mengandung unsur makro terutama fosfat dalam jumlah yang tinggi. Selain itu dilengkapi pula dengan unsur mikro, mineral, asam amino dan vitamin (tiamin, riboflavin, piridoksin, triptofan, asam pantotenat, vitamin K dan vitamin C) yang berperan sebagai growth factor dalam pertumbuhan alga. Selain fosfat, unsur makro lain yang mendukung penyusunan senyawa dalam sel, termasuk protein dan klorofil untuk fotosintesis adalah nitrogen. Karena protein berasal dari nitrogen sehingga diperlukan penambahan jenis pupuk lain sebagai sumber nitrogen yaitu pupuk urea. (Amanatin dan Nurhidayati, 2013). Penggunaan Media Ekstrak Tauge (MET) sebagai media kultur mikroalga yang telah dilakukan terhadap beberapa jenis mikro alga seperti *Chlorella*, *Scenedesmus*, dan *Spirulina*.

Penambahan pupuk urea sebagai kombinasi MET untuk pertumbuhan *N. oculata* perlu dilakukan karena urea merupakan sumber nitrogen organik. Nitrogen yang merupakan unsur makronutrien dapat mempengaruhi kegiatan metabolisme sel yaitu proses transportasi, katabolisme, asimilasi, dan khususnya biosintesis protein karena dengan adanya reaksi enzimatik yang dihasilkan oleh protein maka dapat mengkonversi lemak, sehingga secara tidak langsung nitrogen mempengaruhi kandungan lemak karena peningkatan jumlah nitrogen dapat meningkatkan kandungan protein namun dapat menurunkan kandungan lemak (Takagi, 2000).

Berdasarkan penjelasan tersebut, penting dilakukan penelitian tentang penggunaan kombinasi pupuk urea dan Media ekstrak Tauge (MET) dengan konsentrasi yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kandungan protein sel *N. oculata* untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Media Ekstrak Tauge (MET) terhadap kepadatan sel serta kandungan protein *N. oculata*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka dapat disusun rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh kombinasi pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET) terhadap kepadatan sel dan kandungan protein *N. oculata*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET) yang berbeda terhadap kepadatan sel serta kandungan protein *N. oculata*.

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini yaitu memberikan informasi awal mengenai alternatif media pertumbuhan mikroalga dari kombinasi pupuk urea dan pupuk

organik cair Ekstrak Tauge (MET), serta pengaruhnya terhadap kepadatan sel dan kandungan protein *N. oculata*.

1.5 Hipotesis

H_0 : Diduga dengan menggunakan kombinasi pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET) yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kepadatan sel dan kandungan protein *N. oculata*.

H_1 : Diduga dengan menggunakan kombinasi pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET) yang berbeda dapat berpengaruh terhadap kepadatan sel dan kandungan protein *N. oculata*.

1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - April 2015, yang bertempat di Laboratorium Reproduksi dan pemuliaan Ikan serta Laboratorium Lingkungan Biologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, serta Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *N. Oculata*

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi *N. oculata*

Hibberd (1981), menggolongkan sel *N. oculata* ke dalam klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom	: Chromista
Sub Divisi	: Eukaryotes
Divisi	: Chroniophyta
Kelas	: Eustigmatophyceae
Ordo	: Eustigmatales
Famili	: Monodopsidaceae
Genus	: Nannochloropsis
Spesies	: <i>N. oculata</i>

N. oculata merupakan mikroalga berwarna kehijauan, selnya berbentuk bola, berukuran kecil dengan diameter 2-4 μm , memiliki 2 flagel dengan salah satu flagelnya berambut tipis. *Nannochloropsis* memiliki kloroplas dan nukleus yang dilapisi membran. Kloroplas memiliki stigma (bintik mata) yang bersifat sensitif terhadap cahaya. *N. oculata* dapat berfotosintesis karena memiliki klorofil. Ciri khas dari *N. oculata* adalah memiliki dinding sel yang terbuat dari komponen selulosa (Fachrullah, 2011).

Penggunaan mikroalga *N. oculata* secara komersial antara lain sebagai bahan makanan, energi biomass, pupuk pertanian, dan industri farmasi karena mikroalga ini mengandung protein, karbohidrat, lipid, dan berbagai macam mineral. Selain itu *N. oculata* merupakan pakan yang populer untuk berbagai hewan budidaya seperti rotifer, artemia, dan pada umumnya merupakan organisme penyaring (Darsi *et al.*, 2012).

2.1.2 Habitat

Habitat yang cocok untuk perumbuhan *N. oculata* yaitu dapat tumbuh pada salinitas 0-35 ppt. Salinitas optimum untuk pertumbuhannya adalah 25-35 ppt dengan kisaran suhu optimal yaitu 25-30°C. *N. oculata* dapat tumbuh baik pada kisaran pH 8-9,5 dan intensitas cahaya 100-10000 lux (Widianingsih, 2011).

Kondisi lingkungan diantaranya suhu ruang, pH media dan salinitas media secara tidak langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan dan biosintesis protein *N. oculata*. kondisi lingkungan secara umum yang sesuai dengan syarat hidup kultur *N. oculata* yaitu pH media kisaran 6-8, salinitas media antara 17-36 ‰ (Hu dan Gao, 2006).

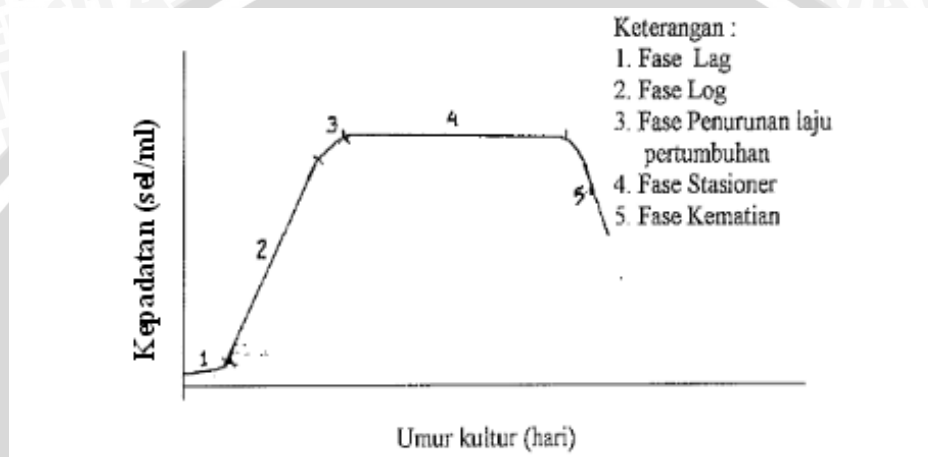
2.1.3 Pertumbuhan *N. oculata*

Pertumbuhan *N. oculata* dalam kultur dengan media yang terbatas umumnya sangat dipengaruhi oleh suhu, salinitas, cahaya, pH, aerasi dan nutrisi. Pertambahan sel dalam kultur tersebut akan mengi kuti pola tertentu, yaitu kurva s atau sigmoid.

Pujiastuti (2010) membagi pola pertumbuhan atau kurva pertumbuhan tersebut menjadi 5 fase pertumbuhan sebagai berikut :

1. Pada fase lag penambahan jumlah densitas fitoplankton sangat rendah atau bahkan dapat dikatakan belum ada penambahan densitas. Hal tersebut disebabkan karena sel-sel fitoplankton masih dalam proses adaptasi secara fisiologis terhadap medium tumbuh sehingga metabolisme untuk tumbuh menjadi lamban.
2. Pada fase log/ eksponensial, Fase yang diawali dengan pembelahan sel dengan laju pertumbuhan yang terus menerus, pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimal.

3. Pada fase penurunan kecepatan tumbuh pembelahan sel mulai melambat karena kondisi fisik dan kimia kultur mulai membatasi pertumbuhan.
4. Pada fase stasioner, faktor pembatas dan kecepatan tumbuh sama karena jumlah sel yang membelah dan yang mati seimbang.
5. Pada fase kematian, kualitas fisika dan kimia media kultur berada pada titik dimana sel tidak mampu lagi mengalami pembelahan.



Gambar 1. Kurva pertumbuhan *N. oculata* (Pudjiastuti, 2010)

2.2 Media Pertumbuhan

Kultur mikroalga membutuhkan optimasi berbagai faktor pendukung hidup untuk memperoleh biomassa yang tinggi. Keberhasilan teknik kultur bergantung pada kesesuaian antara jenis mikroalga yang dibudidayakan dan beberapa faktor lingkungan. Menurut Brown (1991), menyatakan bahwa upaya untuk meningkatkan produksi biomassa dapat dilakukan dengan memanipulasi faktor lingkungan seperti cahaya, CO₂, suhu, pH, salinitas, bentuk wadah kultur, dan media.

Menurut Suriawira (1985), susunan bahan baik bahan alami maupun bahan buatan yang digunakan untuk perkembangan dan perkembangbiakan mikroba dinamakan media. Media yang digunakan dalam budidaya fitoplankton

berbentuk cair yang di dalamnya terkandung beberapa senyawa kimia (pupuk) yang merupakan sumber nutrisi untuk keperluan hidupnya.

Proses kultur mikroalga sangat ditentukan oleh beberapa faktor pertumbuhan yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal adalah spesies (genetik) dan faktor eksternal adalah faktor lingkungan yang meliputi komposisi media kultur, pH, karbondioksida, intensitas cahaya, suhu, dan salinitas. Komposisi nutrisi yang lengkap dan konsentrasi nutrisi yang tepat menentukan produksi biomassa dan kandungan gizi dari mikroalga.

N. oculata memerlukan beberapa unsur hara makro dan mikro untuk hidup. Unsur makro yang diperlukan *N. oculata* seperti N, P, K sedangkan unsur mikro yang dibutuhkan *N. oculata* diantaranya Mg, Mn, S, Zn dan Cu. Unsur hara makro dapat digunakan dalam media kultur dengan bentuk yang berbeda misalnya dalam bentuk NO_3^- , NO_2^- dan NH_4 (Bold and Wynne, 1985). Nitrogen (N) merupakan unsur makro yang paling dibutuhkan oleh *N. oculata* dalam jumlah yang banyak dibandingkan unsur lain karena nitrogen merupakan senyawa yang mudah larut di dalam air sehingga mudah dimanfaatkan oleh *N. oculata* sebagai sumber nutrisi (Purwitasari *et.al*, 2012).

2.3 Media Ekstrak Tauge (MET)

Kecambah adalah tumbuhan kecil yang baru tumbuh dari biji kacang-kacangan yang disemaikan atau melalui perkecambahan. Kecambah yang dibuat dari biji kacang hijau disebut tauge (Astawan, 2005). Menurut Amilah dan Astuti, (2006) Vitamin yang ditemukan dalam tauge adalah vitamin C, thiamin, riboflavin, niasin, asam pantothenik, vitamin B6, folat, kolin, β -karoten, vitamin A, vitamin E (α -tokoferol), dan vitamin K. Mineral yang ditemukan dalam tauge adalah kalsium (Ca), besi (Fe), magnesium (Mg), fosfor (P), potasium (K), sodium (Na), zinc (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn), dan selenium (Se). Asam amino esensial

bermakna yang terkandung dalam tauge, antara lain : triptofan, treonin, fenilalanin, metionin, lisin, leusin, isoleusin, dan valin.

Tauge juga mempunyai kandungan beberapa antioksidan maupun zat yang berhubungan dengan antioksidan yaitu fitosterol, vitamin E (α -tokoferol), fenol, dan beberapa mineral (selenium). Ekstrak tauge juga dapat digunakan sebagai media alami bagi pertumbuhan mikroalga. Tauge kacang hijau merupakan jenis sayuran yang umum dikonsumsi, mudah diperoleh, ekonomis, dan tidak menghasilkan senyawa yang berefek toksik. Tauge kacang hijau mengandung makronutrien, mikronutrien, vitamin, asam amino, serta gula yang dibutuhkan bagi pertumbuhan mikroalga (Betawati, *et. al.* 2007).

Pertumbuhan *N. oculata* erat kaitannya dengan ketersediaan unsur makro (N, P, K, S, Na, Si dan Ca) dan unsur mikro (Fe, Zn, Mn, Cu, Mg, Ca, B, C dan H). N merupakan unsur dasar yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan *N. oculata* karena dibutuhkan dalam jumlah paling banyak dibandingkan unsur lainnya (Purwitasari, 2012).

2.4 Pupuk Urea

Tujuan dari pemupukan adalah untuk memasok unsur hara yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan mikroalga seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Pupuk yang digunakan untuk budidaya perairan sama dengan yang digunakan dalam usaha pertanian lain. Secara garis besar, pupuk yang digunakan dalam usaha budidaya perairan terbagi atas pupuk organik, seperti hijauan, pupuk kandang, kompos, dan sisa rumah tangga, dan pupuk anorganik seperti urea, TSP, KCl dan NPK.

Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) merupakan pupuk komersil yang ekonomis serta memiliki kandungan Nitrogen yang tinggi mencapai 46%. Apabila urea terlarut akan terbentuk ion amonium (NH_4^+) yang akan diasimilasi oleh mikroalga dan

diubah menjadi glutamat sebagai salah satu penyusun asam amino. Pengaruh pupuk urea sebagai sumber nitrogen dalam kultur mikroalga telah diaplikasikan pada *Scenedesmus* sp. yang menunjukkan peningkatan pertumbuhan sel (Amanatin dan Nurhidayati, 2013).

Pemupukan N akan menaikkan produksi tanaman, kadar protein, dan kadar selulosa, tetapi sering menurunkan kadar sukrosa, polifruktosa dan pati. Unsur N berpengaruh terhadap susunan kimia tanaman. Bila pemberian N di bawah optimal, maka asimilasi ammonia menaikkan kadar protein dan pertumbuhan (Siregar dan Marzuki, 2011).

Nitrogen merupakan unsur penting bagi pertumbuhan tanaman terutama pada fase vegetatif. Saat fase ini terjadi tiga proses penting yaitu pembelahan sel, pemanjangan sel dan diferensiasi sel. Nitrogen merupakan bagian penting dari protein, protoplasma, klorofil, dan asam nukleat. Vegetasi tingkat rendah maupun tinggi menyerap N dalam bentuk amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-).

Sumber nitrogen didapat dari urea, karena urea merupakan sumber nitrogen organik. Nitrogen merupakan unsur makronutrien dapat mempengaruhi kegiatan metabolisme sel yaitu proses transportasi, katabolisme, asimilasi, dan khususnya biosintesis protein karena dengan adanya reaksi enzimatik yang dihasilkan oleh protein maka dapat mengkonversi lemak, sehingga secara tidak langsung nitrogen mempengaruhi kandungan lemak. Konsentrasi nitrogen yang rendah dapat mempertinggi kandungan lemak mikroalga, tetapi konsentrasi sel umumnya rendah pada kondisi nitrogen yang sedikit (Takagi, 2000).

2.5 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *N. oculata*

Faktor lingkungan dalam budidaya mikroalga perlu diperhatikan. Perubahan-perubahan yang terjadi dalam lingkungan mengakibatkan perubahan sifat morfologi dan sifat fisiologi. Faktor lingkungan tersebut antara lain ;

- Faktor biotik meliputi : bentuk sel (individu), sifat jasad dari mikroalga dan pertumbuhan (kepadatan sel, nilai gizi, dan kemampuan jasad untuk menyesuaikan diri).
- Faktor abiotik meliputi : susunan dan jumlah senyawa di dalam media, dan faktor lingkungan seperti temperatur, cahaya, tekanan osmosis serta senyawa–senyawa yang mungkin dapat bersifat toksik.

Kultur mikroalga membutuhkan optimasi berbagai faktor pendukung bagi kelangsungan hidup untuk memperoleh biomassa yang tinggi. Keberhasilan teknik kultur bergantung pada kesesuaian antara jenis mikroalga yang dibudidayakan dan beberapa faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan *N. oculata* adalah cahaya, suhu, salinitas derajat keasaman (pH), aerasi, Oksigen terlarut (DO), karbondioksida (CO₂), dan nutrien. Adapun penjelasannya sebagai berikut :

2.5.1 Cahaya

Sebagaimana tanaman pada umumnya, mikroalga juga melakukan fotosintesis. Mikroalga mengasimilasi karbon anorganik menjadi bahan organik. Cahaya merupakan energi untuk proses tersebut, oleh karena itu intensitas cahaya, kualitas dan periode penyinarannya perlu diperhatikan. Intensitas cahaya berperan sangat penting, kebutuhannya sangat besar tergantung kedalaman budidaya dan kepadatan budidaya alga (Ekawati, 2005).

Cahaya merupakan sumber energi utama dalam ekosistem perairan, Di perairan, cahaya memiliki fungsi utama :

1. Memanasi air sehingga terjadi perubahan suhu dan berat jenis (densitas) dan selanjutnya menyebabkan terjadinya pencampuran massa dan kimia air. Perubahan suhu juga mempengaruhi tingkat kesesuaian perairan sebagai

habitat bagi suatu organism akuatik, karena setiap organism akuatik memiliki kisaran suhu minimum dan maksimum bagi kehidupannya.

2. Merupakan sumber energi bagi proses fotosintesis algae dan tumbuhan air.

Fotosintesis menggambarkan sebuah proses yang unik dari konversi energi sinar matahari. Dalam prosesnya, senyawa anorganik dan energi cahaya dikonversi menjadi senyawa organik oleh organisme fotoautotrof. Fotosintesis dapat digambarkan sebagai reaksi reduksi-oksidasi yang dikendalikan oleh energi cahaya yang diserap oleh klorofil, dimana karbon dioksida dan air dikonversi menjadi karbohidrat dan oksigen. Konversi tersebut dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu reaksi terang (light reaction) dan reaksi gelap (dark reaction).

2.5.2 Suhu

Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Suhu juga sangat berpengaruh mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organism akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya. Misalnya, algae dari filum Chlorophyta dan diatom akan tumbuh baik pada kisaran suhu berturut-turut 30°C - 35°C dan 20°C - 30°C. Filum Cyanophyta lebih dapat bertoleransi suhu terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan Chlorophyta dan diatom (Effendie, 2003).

Pertumbuhan dan kehidupan biota budidaya sangat dipengaruhi suhu air. Umumnya dalam batas-batas tertentu kecepatan pertumbuhan biota meningkat sejalan dengan naiknya suhu air, sedangkan derajat kelangsungan hidupnya bereaksi sebaliknya terhadap kenaikan suhu. Artinya derajat kelangsungan hidup biota menurun pada kenaikan suhu (Kordi dan Tancung, 2010).

Suhu yang optimal untuk budidaya fitoplankton berkisar antara 20 – 24 °C. Walaupun hal ini dapat bervariasi dengan komposisi media budidaya. Umumnya

spesies yang dibudidayakan dari mikroalga toleran terhadap suhu 16-27°C. Suhu dibawah 16 °C dapat menghambat pertumbuhan sedangkan suhu diatas 35°C bersifat mematikan untuk beberapa spesies.

2.5.3 Salinitas

Salinitas adalah jumlah atau konsentrasi ion-ion terlarut dalam air yang dinyatakan dalam permil (‰), menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromine dan iodide digantikan oleh klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi (Effendi, 2003). Fitoplankton laut sangat ekstrem dapat mentolerir perubahan salinitas, umumnya spesies alga laut dapat tumbuh baik pada salinitas lebih rendah dari tempat asalnya, dimana hal ini dapat dilakukan dengan penambahan air tawar. (Ekawati, 2005).

Salinitas dapat mempengaruhi kehidupan organisme perairan. Salinitas berhubungan erat dengan tekanan osmosis air. Sehingga semakin tinggi salinitas perairan maka semakin tinggi tekanan osmotiknya dan semakin rendah salinitas perairan maka semakin rendah pula tekanan osmotiknya. Tekanan osmotik yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikroalga (Fachrullah, 2011).

Salinitas dapat diartikan sebagai kadar seluruh ion - ion yang terlarut dalam air. Komposisi ion - ion pada air laut dapat dikatakan mantap dan didominasi oleh ion - ion tertentu, seperti klorida, karbonat, bikarbonat, sulfat, natrium, kalsium dan magnesium. Salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg, promil (‰), atau ppt (*part per thousand*). Nilai salinitas di perairan tawar biasanya kurang dari 0,5 ppt, pada perairan payau berkisar antara 0,5-30 ppt dan di perairan laut 30-40 ppt. pada perairan hipersaline, nilai salinitas dapat mencapai kisaran 40-80 ppt. sedangkan perairan estuarine, nilai salinitas sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dari sungai (Kordi, 2009).

2.5.4 Derajat Keasaman

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH. pH (*puissance negative de H*), yaitu logaritma dari kepekatan ion - ion H (hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu atau ditulis : $\text{pH} = -\log (\text{H})^+$ (Kordi, 2010).

Derajat keasaman menyatakan intensitas keasaman suatu cairan encer, mewakili konsentrasi ion hidrogen dan ion hidroksil. Banyak reaksi kimia dan biokimia penting terjadi pada tingkat pH khusus atau dalam lingkungan pH sangat sempit. Kisaran pH budidaya alga antara 7-9, dengan kisaran pH optimal 8,2 – 8,7, kegagalan budidaya alga dapat disebabkan oleh kegagalan dalam mempertahankan pH media budidaya. Namun dapat diatasi dengan penggunaan aerasi. Kenyataannya dalam budidaya alga dengan kepadatan yang tinggi, penambahan karbondioksida diikuti peningkatan pH mencapai 9 selama masa pertumbuhan alga (Ekawati, 2005).

pH air bagi semua organisme air adalah 6,5 – 8. Air yang asam menghambat produksi plankton hal itu Karena asimilasi fitoplankton terhambat. Jika pH air rendah akan menyebabkan timbulnya penyakit jamur (penyakit fungal). Kestabilan pH perlu dipertahankan karena pH dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme air, mempengaruhi ketersediaan unsur P dalam air dan mempengaruhi daya racun amoniak dan H_2S dalam air (Subarijanti, 2000).

2.5.5 Aerasi

Aerasi diperlukan untuk membantu supaya tidak terjadi pengendapan alga, dan memastikan bahwa semua sel alga memperoleh cahaya dan nutrisi yang sama. Mengurangi stratifikasi suhu dan menambah pertukaran gas antara

media dengan udara yang merupakan sumber penting karbon udara untuk proses fotosintesis dalam bentuk karbondioksida (Ekawati, 2005). Aerasi diusahakan dilakukan secara terus menerus, sebab tanpa aerasi mikroalga akan mengendap pada dasar tempat budidaya dan hal ini menyebabkan mikroalga tidak bisa berkembang dengan baik.

Aerasi sistem difusi bekerja dengan prinsip memasukkan udara dan oksigen ke dalam air, dalam bentuk gelembung-gelembung udara. Oksigen dipindahkan dari gelembung udara ke air secara difusi. Difusi terjadi dari lapisan tipis gelembung-gelembung udara naik ke atas permukaan air. Hal ini menyebabkan adanya sirkulasi air dan akhirnya diperbarui luas permukaan air yang berhubungan langsung dengan gelembung udara (Kordi, 2009).

Aerasi merupakan istilah lain dari transfer gas, lebih dikhususkan pada transfer gas oksigen atau proses penambahan oksigen ke dalam air. Adanya tambahan oksigen di dalam air akan membantu menguraikan limbah yang masuk dalam air akan membantu menguraikan limbah yang termasuk bahan organik menjadi bahan anorganik yang nantinya dibutuhkan oleh alga dalam pertumbuhannya (Abuzar *et al.*, 2012).

2.5.6 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan faktor penting bagi kehidupan makro dan mikro organisme perairan karena diperlukan untuk proses pernafasan. Sumber oksigen terlarut di dalam perairan dapat berasal dari difusi oksigen terdapat di atmosfer (sekitar 35 %) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Fluktuasi harian oksigen dapat mempengaruhi parameter kimia yang lain terutama pada saat kondisi tanpa oksigen, yang dapat mengakibatkan perubahan sifat kelarutan beberapa unsure kimia di perairan (Effendi, 2003).

Menurut Effendi (2003), di perairan tawar, kadar oksigen terlarut berkisar antara 15 mg/L pada suhu 0 °C da 8 mg/L pada suhu 25 °C, sedangkan di perairan laut berkisar antara 11 mg/L pada suhu 0 °C dan 7 mg/L pada suhu 25 °C. Kadar oksigen terlarut pada perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/L. Perbedaan kadar oksigen pada perairan tawar dan laut disebabkan karena adanya perbedaan salinitas.

Menurut Kordi dan Tancung (2010), Oksigen di dalam air dapat berkurang karena proses difusi, respirasi dan reaksi kimia (oksidasi dan reduksi). Kehilangan karena proses difusi baru akan terjadi apabila kadar oksigen di dalam air ke udara juga memerlukan tenaga bantuan agar dapat berjalan lebih cepat. Penggunaan aerator atau angin bertiup yang dapat mempercepat proses tersebut. Pengurangan oksigen dalam air paling banyak adalah karena proses pernapasan biota budidaya, fitoplankton dan zooplankton termasuk lumut, bakteri dan detritus.

2.5.7 Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida merupakan gas yang dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan air renik ataupun tingkat tinggi untuk melakukan fotosintesis. Meskipun peranan karbondioksida sangat besar bagi kehidupan organisme air, tetapi kandungannya yang berlebihan sangat mengganggu, bahkan menjadi racun secara langsung bagi biota budidaya, terutama di kolam dan ditambak.

Kadar karbondioksida di perairan dapat mengalami pengurangan, bahkan hilang, akibat proses fotosintesis, evaporasi, dan agitasi air. Perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan perikanan sebaiknya mengandung kadar karbondioksida bebas 5 mg/liter. Kadar karbondioksida bebas 10 mg/liter masih dapat ditolerir oleh organisme akuatik, asal disertai dengan kadar oksigen yang

cukup. Sebagian besar organisme akuatik masih dapat bertahan hidup hingga kadar karbondioksida bebas mencapai sebesar 60 mg/liter (Effendie, 2003).

Mikroalga bersifat autotrof mampu mensintesis makanan langsung dari senyawa anorganik. Mikroalga menggunakan karbondioksida dan air untuk menghasilkan gula dan oksigen yang diperlukan sebagai makanannya. Energi untuk menjalankan proses ini berasal dari fotosintesis. Nilai CO₂ pada pagi hari terlihat lebih besar dibandingkan nilai CO₂ pada saat sore hari, hal ini karena pada saat pagi hari intensitas cahaya yang dibutuhkan dalam proses kurang dari 2–3 kilo lux, sehingga nilai CO₂ yang keluar akan besar. Pada proses penambatan CO₂ terdapat beberapa kendala yang menyebabkan proses penambatan itu berjalan lambat. Diantaranya adalah cahaya matahari yang kurang saat cuaca mendung atau hujan (Sopiah, *et al.*, 2012).

2.6 Protein *N. oculata*

Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Kandungan protein dalam bahan ditentukan menggunakan metode Kjeldahl dengan hasil yang bervariasi pada setiap bahan. Hasil pengukuran kadar protein *N. oculata* yang telah dikeringkan selama 24 jam pada suhu 60°C yaitu berkisar antara 16,17% hingga 17,08% (Darsi, *et al.*, 2012).

Sedangkan menurut Fachrullah (2011), Sebagai pakan alami *N. oculata* memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi. *N. oculata* mengandung Vitamin B12 dan *Eicosapentaenoic acid* (EPA) sebesar 30,5 % dan total kandungan omega 3 HUFAs sebesar 42,7%, serta mengandung protein 57,02%.

Protein memiliki peran penting di dalam tubuh, diantaranya untuk proses pembentukan sel - sel baru sehingga dapat memperbaiki jaringan tubuh yang rusak. *N. oculata* sebagai mikroalga memiliki peran sebagai sumber protein bagi

larva ikan. Kandungan gizi pada *N. oculata* sangat baik untuk pertumbuhan larva karena kandungan proteinnya yang tinggi. Kebanyakan mikroalga memiliki kandungan protein yang tinggi sekitar 20% dari berat basahnya (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).



3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggunaan kombinasi pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET) dengan konsentrasi yang berbeda sebagai pupuk dalam media kultur *N. oculata*. Analisis tersebut terdiri dari perhitungan kepadatan sel *N. oculata* dan analisis protein *N. oculata*, serta parameter kualitas air yaitu : suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut (DO), karbondioksida (CO₂), nitrat dan fosfat.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Definisi penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan terhadap variabel yang data-datanya belum ada sehingga perlu dilakukan proses manipulasi melalui pemberian treatment/perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian yang kemudian diamati/diukur dampaknya (data yang akan datang) (Jaedun, 2011).

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1 :

3.4 Sumber Data

Sumber data yang diambil dari penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil terdiri dari kepadatan sel, laju pertumbuhan serta kandungan protein *N. oculata*, dan parameter kualitas air (suhu, pH, oksigen terlarut, salinitas, karbondioksida, Nitrat dan fosfat) dari media pertumbuhan *N. oculata*. Sedangkan data sekunder diambil dari sumber-sumber

yang dapat diperoleh dari buku, internet, jurnal ataupun penelitian-penelitian terdahulu.

3.5 Lokasi dan Waktu Pengamatan

Lokasi penelitian pengaruh penggunaan kombinasi pupuk urea dan media ekstrak tauge (MET) dengan konsentrasi berbeda terhadap kepadatan sel *N. oculata* dilakukan di Laboratorium Reproduksi dan Pemuliaan Ikan dan analisis kualitas air dilakukan di laboratorium Lingkungan dan bioteknologi perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya sedangkan untuk analisis kandungan protein *N. oculata* dilakukan di Laboratorium pengujian mutu dan keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan yaitu pada bulan Februari-April 2015.

3.6 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Tersarang dengan menggunakan kombinasi pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET) dengan 4 perlakuan pupuk urea 100 ppm dan konsentrasi berbeda dari Media Ekstrak Tauge (MET) berturut-turut 2%, 4%, 6% dan kontrol, dalam setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Penelitian ini dilakukan selama 6 hari dengan pengamatan harian kepadatan sel dan laju pertumbuhan *N. oculata* serta parameter kualitas air yang meliputi yaitu suhu, derajat keasaman (pH), salinitas, oksigen terlarut (DO), serta analisis nitrat, fosfat dan CO₂. Kemudian dilakukan analisis kandungan protein *N. oculata* setelah pemanenan yang dilakukan pada hari ke enam yaitu saat fase eksponensial.

Rancangan acak lengkap pola tersarang digunakan karena penelitian ini semua kondisi, bahan, media, lingkungan dibuat sehomogen mungkin. Rancangan Acak Lengkap Pola Tersarang adalah rancangan percobaan dengan

materi homogen atau tanpa peubah pengganggu, terdiri dari dua peubah bebas atau faktor dalam klasifikasi tersarang yaitu Faktor A terdiri dari a taraf dan Faktor B terdiri dari b taraf yang tersarang (tergantung) dari pada Ai. Rancangan ini seolah-olah terdiri dari dua atau lebih Rancangan Acak Lengkap yang responsnya sama kemudian digabung menjadi satu model percobaan.

Adapun dosis kombinasi pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET) yang digunakan disajikan pada Tabel 1. :

Tabel 1. Perlakuan kombinasi pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET):

Perlakuan dan Ulangan			MET (%)	Urea (ppm)
K1	K2	K3	0	0
A1	A2	A3	2	100
B1	B2	B3	4	100
C1	C2	C3	6	100

Adapun denah percobaan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2. berikut :

Tabel 2. Denah Percobaan Penelitian

B3	K3	C2	A3	K2	A2
C1	A1	B1	C3	B2	K1

Keterangan :

K = Kontrol dengan pupuk Walne

A = Perlakuan dengan dosis MET 2% dan Urea 100 ppm

B = Perlakuan dengan dosis MET 4% dan Urea 100 ppm

C = Perlakuan dengan dosis MET 6% dan Urea 100 ppm

1, 2 dan 3 adalah ulangan

3.7 Tahapan Penelitian

3.7.1 Sterilisasi Alat

Alat-alat yang akan digunakan untuk media pertumbuhan *N. oculata* sebelumnya harus sterilisasi terlebih dahulu. Sterilisasi bertujuan menghilangkan mikroorganisme atau zat pengganggu pada alat dan media kultur yang digunakan selama penelitian. Peralatan kecil dan tahan panas disterilkan menggunakan autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 30 menit (Sari dan Manan,2012). Sedangkan alat-alat besar dan tidak tahan panas Tahapan sterilisasi sebagai berikut :

- Alat-alat dibersihkan dengan cara dicuci sampai bersih.
- Dikeringkan dengan cara dibiarkan selama sehari
- Alat-alat direndam dengan NaOCl (Chlorin) 150 ml
- Dibiarkan selama 24 jam, kemudian dibuang airnya.
- Dikeringkan dengan cara dibiarkan selama sehari

3.7.2 Sterilisasi Media

Media kultur yang digunakan untuk pertumbuhan *N. oculata* harus disterilisasi terlebih dahulu sebelum digunakan, adapun proses sterilisasi air laut sebagai media pertumbuhan mikroalga menurut Kusdarwati *et al*, (2011), adalah sebagai berikut :

- Air laut 60 liter dimasukkan ke dalam ember
- Ditambahkan 6 ml NaOCl (Chlorin)
- Diendapkan selama 3 hari
- Kemudian ditambahkan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (Na-Thiosulfat) sebanyak 20 ppm
- Dihomogenkan
- Diambil 5 ml air laut
- Ditetesi 3 tetes chlorine test

- Jika air bening maka air laut telah steril.

3.7.3 Pembuatan Media Ekstrak Tauge (MET)

Pembuatan ekstrak tauge sebagai pupuk cair untuk media pertumbuhan *N. oculata* perlu dilakukan untuk mengubah tauge menjadi cair, menurut

Amanatin dan Nurhidayati (2013) berikut ini tahapannya :

- Ditimbang 500 gram tauge kacang hijau
- Ditambahkan 2500 ml aquades
- Direbus selama 1 jam
- Disaring dengan kassa dan kapas
- Konsentrasi MET yang digunakan yaitu: 2%, 4% dan 6%
- Dibuat dari larutan stok (v/v)
- Dosis pupuk urea 100 ppm

Perlakuan :

- Pupuk 1 (A) : MET 2% dan Urea 100 ppm
- Pupuk 2 (B) : MET 4% dan Urea 100 ppm
- Pupuk 3 (C) : MET 6% dan Urea 100 ppm
- Kontrol (K) : Pupuk walne

3.7.4 Kultur *N. oculata*

Bibit *N. oculata* diperoleh dari BBAP Situbondo kemudian dimasukkan ke dalam toples-toples percobaan. Langkah-langkah kultur *N. oculata* sebagai berikut :

- Menyiapkan toles 10 L
- Mletakkan toples sesuai dengan perlakuan.
- Mengisi masing-masing toples dengan air laut steril sebanyak 5 liter.
- Memasang aerasi yang cukup agar tidak terjadi pengendapan.
- Memasukkan pupuk urea 100 ppm.

- Memasukkan media ekstrak tauge sesuai dengan dosis yang telah ditentukan yaitu masing-masing 2%, 4% dan 6%.
- Menyiapkan bibit *N. oculata* yang diambil dari kultur murni BPAP Situbondo.
- Memasukkan stok kultur *N. oculata* dengan padat tebar 1×10^3 sel/ml.

Menurut Liliandari dan Aunurohim (2013), Penentuan volume starter dapat diketahui dengan rumus berikut :

$$V1 = \frac{N2 \times V2}{V1}$$

$$V1 = \frac{(1 \times 10^3) \times 5000 \text{ ml}}{1 \times 10^4}$$

$$= 500 \text{ ml}$$

Keterangan :

V1 : volume bibit *N. oculata* yang diambil dari stok kultur (ml)

N1 : jumlah bibit *N. oculata* dalam stok per ml (sel/ml)

V2 : volume bibit *N. oculata* dalam stok (ml)

N2 : jumlah *N. oculata* yang akan dibuat (sel/ml)

3.8 Parameter Uji

3.8.1 Kepadatan Sel *N. Oculata*

Pertumbuhan *N. oculata* dapat dilihat dari perubahan jumlah sel *N. oculata* sehingga untuk menghitung kepadatan dari *N. oculata* dengan menggunakan haemocytometer. Adapun langkah-langkah dalam pengamatan pertumbuhan *N. oculata* adalah sebagai berikut:

- Pengamatan *N. oculata* dilakukan setiap hari selama 6 hari dan dimulai pada saat hari pertama penebaran dengan menggunakan haemocytometer dan mikroskop binokuler dengan perbesaran 100 kali.

- Menghitung jumlah sel *N. oculata* dalam sel/ml dengan menggunakan haemocytometer dengan rumus Fogg (1975) sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Sel} = \frac{\text{jumlah h total sel}}{\text{jumlah h kotak yang dihitung}} \times 10^4$$

3.8.2 Protein *N. oculata*

Setelah pemanenan *N. oculata* dilakukan analisis protein untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET), tahapan analisis Protein Menurut AOAC (2005) sebagai berikut :

- Sebanyak 1 gram K_2SO_4 , 40 ml HgO dan dan 2 ml H_2SO_4 pekat ditambahkan ke dalam 0,5 – 1 g sampel.
- Sampel dididihkan selama kurang lebih 2 jam sampai cairan menjadi jernih kehijau-hijauan.
- Sampel dipindahkan ke dalam alat destilasi dan labu kjeldahl dibilas dengan 1-2 ml air destilata selama beberapa kali.
- Sebanyak 8-10 ml larutan $NaOH$ 60%- $Na_2S_2O_3$ 5% ditambahkan ke dalam sampel.
- Erlenmeyer berisi 5 ml larutan H_3BO_3 dan indikator BCG-MR (campuran bromcresol green dan methyl red) diletakan di bawah ujung kondensor.
- Sampel didestilasi hingga diperoleh 10-15 ml destilat.
- Destilat sampel diencerkan hingga 50 ml.
- Larutan sampel dititiasi dengan larutan HCl 0,02 N hingga berwarna merah muda.
- Dilakukan penetapan blanko.
- Penetapan kadar N dan kadar protein dilakukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{\text{ml HCL} - \text{ml Blanko} \times N \times 14,007 \times 100}{\text{mg sampel}}$$

$$\text{Kadar protein} = \% N \times \text{faktor konversi.}$$

3.9 Analisis Parameter Kualitas Air

3.9.1 Parameter Fisika

Pengukuran parameter fisika dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Suhu

Alat yang digunakan dalam pengukuran suhu air adalah termometer Hg.

Metode pengukuran suhu menurut Kordi dan Tancung (2010) adalah sebagai berikut :

- Mengkalibrasi thermometer Hg menggunakan es batu
- Memasukkan thermometer Hg ke dalam periran, tunggu selama 1-2 menit hingga air raksa dalam thermometer berhenti pada skala tertentu.
- Mencatat skala suhu dalam °C
- Membaca skala pada thermometer pada saat masih di dalam airdan jangan sampai tangan menyentuh bagian air raksa thermometer.

b. Salinitas

Pengukuran salinitas dengan menggunakan hand refraktometer menurut Kordi dan Tancung (2010) :

- Kalibrasi kaca prisma dengan aquades kemudian bersihkan dengan tisu searah.
- Angkat penutup prisma, letakkan 1-2 tetes air sampel, tutup kembali dengan hati-hati agar tidak terjadi gelembung
- Lihatlah melalui kaca pengintai, dan akan terlihat pada salinitas.
- Bersihkan permukaan prisma setelah selesai digunakan.
- Mengambil air sampel dengan pipet tetes
- Meneteskan pada optik refraktometer sebanyak 1 tetes
- Melihat nilai salinitas pada refraktometer sebelah kanan dengan menghadap cahaya.

3.9.2 Parameter Kimia

Pengukuran parameter kimia dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. pH

Pengujian pH dilakukan dengan menggunakan pH pen Hanna. Cara penggunaan alat tersebut menurut SNI (2004) yaitu :

- kalibrasi pH pen sebelum digunakan dengan pH buffer.
- Masukkan pH pen ke dalam air sampel.
- Baca nilai pHnya pada layar pH pen.
- Catat nilai pHnya.

b. Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran oksigen terlarut (DO) dengan menggunakan DO meter eutech water proof menurut Hariadi (2005), adalah sebagai berikut :

- Mengkalibrasi DO Meter terlebih dahulu dengan pH buffer
- Mencelupkan DO meter ke dalam air media beberapa saat
- Membaca angka yang tertera pada alat tersebut
- Dicatat nilai DOnya

c. Karbondioksida (CO₂)

Pengukuran karbondioksida (CO₂) menurut Hariadi (2005) sebagai berikut :

- Memasukkan 25 ml air sampel ke dalam Erlenmeyer
- Menambahkan 3-4 tetes indikator PP
- Jika air berwarna merah berarti air tersebut tidak mengandung CO₂ bebas
- Jika air sampel tetap tidak berwarna, dititrasi dengan Na₂CO₃ 0,0454 N sampai warna pink yang stabil selama 30 detik
- Menghitung kadar CO₂ dengan rumus :

$$\text{CO}_2 \text{ bebas (mg/L)} = \frac{\text{ml (titran)} \times N \text{ (titran)} \times 22 \times 1000}{\text{ml air sampel}}$$

d. Nitrat

Pengukuran kandungan nitrat menurut Boyd (1982) adalah sebagai berikut :

- Menyaring sampel 12,5 ml dan tuangkan ke dalam cawan porselin
- Menguapkan di atas pemanas hingga air kering (terbentuk kerak)
- Menambahkan 2 ml asam fenol disulfonik dan diaduk dengan spatula
- Menegencerkan dengan 10 ml aquades
- Menambahkan NH_4OH sampai 100 ml kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi
- Menghitung kandungan nitrat dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 nm.

e. Orthofosfat

Pengukuran kandungan orthofosfat menurut Boyd (1982), adalah sebagai berikut ;

- Menyaring air sampel sebanyak 25 ml ke dalam Erlenmeyer
- Mengambil 12,5 ml air sampel
- Menambahkan 1 ml ammonium molybdate dan dikocok
- Menambahkan 5 tetes SnCl_2 lalu diaduk kemudian didiamkan selama 10 menit.
- Menghitung kandungan orthofosfat dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 690 nm.

3.10 Analisa Data

Penelitian yang berjudul komposisi pemberian kombinasi dosis pupuk urea dan MET terhadap kandungan protein dan kepadatan sel *Nannochloropsis oculata* ini menggunakan rancangan acak lengkap tersarang dengan 3 kali ulangan dalam setiap perlakuan. Pertama menghitung kepadatan sel setiap hari

selama penelitian yaitu 6 hari. kemudian analisis data menggunakan analisa keragaman (ANOVA), dengan tujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pemberian perlakuan serta untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan dari waktu selama penelitian. Apabila dari analisa keragaman (sidik ragam) diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata atau sangat berbeda nyata, maka untuk membandingkan nilai dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT), untuk mengetahui perlakuan yang mana yang berbeda. Model Matematis rancangan bersarang sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j(i) + e_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, a, j = 1, 2, 3, \dots, b$ dan $k = 1, 2, 3, \dots, u$

Keterangan :

Y_{ijk} : Pengamatan Faktor A taraf ke- i , Faktor B taraf ke- j dan ulangan ke- k

μ : Rataan Umum

A_i : Pengaruh Faktor A pada taraf ke- i

$B_j(i)$: Pengaruh Faktor B pada taraf ke- j pada A_i

E_{ijk} : Pengaruh galat Faktor A taraf ke- i ,Faktor B taraf ke- j dan Ulangan ke- k

Selanjutnya, data yang diperoleh diuji menggunakan analisa sidik ragam.

Tabel analisa sidik ragam untuk rancangan acak lengkap tersarang disajikan pada tabel 3. sebagai berikut :

Tabel 3. Analisa Sidik Ragam

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Pupuk dosis A	A1	A2	A3	TA	TA/3
Pupuk dosis B	B1	B2	B3	TB	TB/3
Pupuk dosis C	C1	C2	C3	TC	TC/3
Control	K1	K2	K3	TK	TK/3
Total				T	

Keterangan = 1,2,dan 3 adalah ulangan (r)

K, A, B, dan C adalah perlakuan (t)

Dari data diatas maka dapat dihitung nilai dari :

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{\gamma^2}{abn}$$

$$\text{Jk Total} = (Aa1)^2 + (Aa2)^2 + \dots + (Ak3)^2 - \text{FK}$$

$$\text{JK A (perlakuan)} = \frac{(\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum K^2)}{4 \times 7} - \text{FK}$$

$$\text{JK B dalam A} = \frac{(\sum A1^2 + \sum A2^2 + \dots + \sum K5^2 + \sum K6^2)}{4} - \frac{(\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum K^2)}{4 \times 7}$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, selanjutnya dapat dilakukan analisa keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Adapun uraian analisa keragaman dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 4. Analysis of Varian (ANOVA)

SK	DB	JK	KT	Fhit	F tabel 5%
Perlakuan (A)	a-1	JKP	JKP/DBP	KTP/KTG	tabel
B dalam A	a(b-1)	JKWP	JKWP/DBWP	KTWP/KTG	tabel
Galat	(rxa-1)-(a-1)-(a(b-1))	JKG	JKG/DBG		
Total	(rxa)-1	JKT			

- Jika F hit > F tabel 1% maka perlakuan berbeda sangat nyata
- Jika F hit > F tabel 5% maka perlakuan berbeda nyata
- Jika F hit < F tabel 5% maka tidak berbeda nyata

Apabila sidik ragam diperoleh hasil berbeda nyata atau berbeda sangat nyata, maka harus dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dari masing-masing perlakuan. Rumus perhitungan uji BNT sebagai berikut :

$$SED = \sqrt{\frac{2KTG}{r}}$$

$$\text{BNT 5\%} = t \text{ tabel 5\% DBG} \times \text{SED}$$

$$\text{BNT 1\%} = t \text{ tabel 1\% DBG} \times \text{SED}$$



Kesimpulan

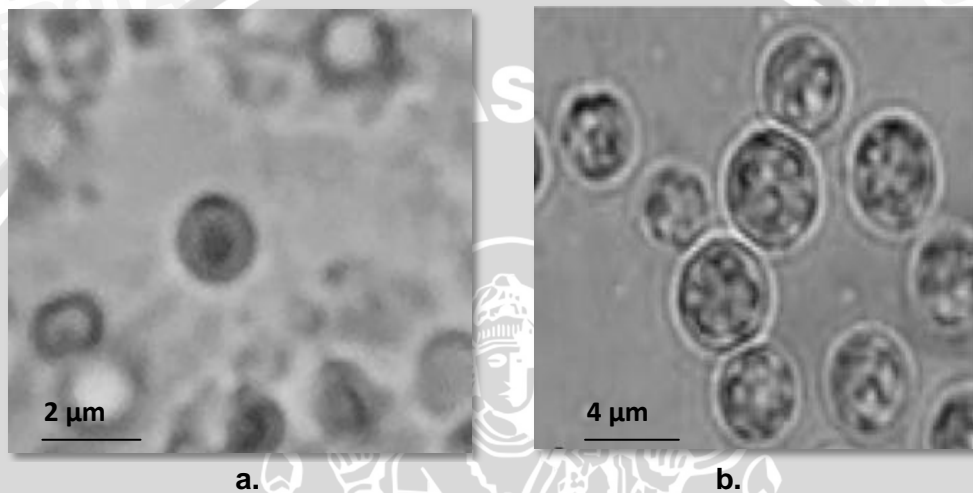
- Jika selisih \leq BNT 5% maka non signifikan atau tidak berbeda nyata
- Jika $\text{BNT } 5\% < \text{selisih} < \text{BNT } 1\%$ maka berbeda nyata
- Jika selisih \geq BNT 1% maka berbeda sangat nyata



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Morfologi dan Kepadatan Sel *N. oculata*

Hasil pengamatan *N. oculata* menggunakan mikroskop interved dengan perbesaran 100 kali didapatkan gambaran sel yang disajikan pada gambar. 2 berikut :



Gambar 2. Perbandingan gambaran sel *N. oculata* (a. Dokumentasi Penelitian, b. Sel *N. oculata* (Sumber : Gwo, et al., 2012)).

Struktur sel *N. oculata* terdiri dari beberapa bagian yang dijelaskan oleh Ernest (2012) bahwa bagian-bagian dari sel *N. oculata* terbagi menjadi 5 bagian yaitu:

1. Dinding Sel

Susunan dinding sel mikroalga yaitu lapisan *microfilar selulosa* yang dikelilingi oleh lapisan amorf. Fungsi dari dinding sel adalah melindungi bagian dalam sel dari pengaruh luar.

2. Inti Sel

Struktur dari nukleus atau inti sel yaitu berbentuk bulat dan dikelilingi sitoplasma. Inti sel berukuran relatif besar dan bagian ini berfungsi dalam

mengatur seluruh aktivitas sel seperti melakukan berkembang biak dan fotosintesis.

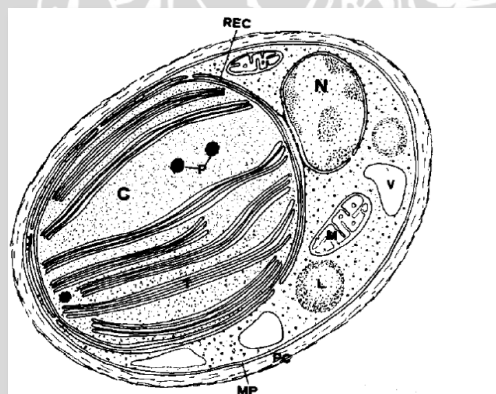
3. Mitokondria

Mitokondria berfungsi sebagai pusat pembangkit tenaga sel dengan cara menghasilkan ATP sebagai sumber energi. Mitokondria tersusun dari struktur-struktur kecil yang berbentuk seperti cerutu. Struktur tersebut tersusun dari protein dan lipid yang membentuk susunan yang stabil dan keras.

4. Kloroplas

Kloroplas pada *N. oculata* memiliki warna hijau kekuningan yang mengandung klorofil badan pigmen aksesori violaxanthin dan β -karoten. Kloroplas mampu menyerap energi dari cahaya yang digunakan untuk melakukan proses fotosintesis.

Struktur sel *N. oculata* disajikan pada gambar 3 berikut :



Esquema representativo de las principales características ultraestructurales de *Nannochloropsis gaditana*. C: cloroplasto; MP: membrana plasmática; N: núcleo; M: mitocondria; REC: retículo endoplásmico asociado al cloroplasto; T: tilacooides; PC: pared celular; V: vacuolas; L: lípidos; P: glóbulos plastidiales.

Gambar 3. struktur sel *Nannochloropsis* (Lubian, *et al.*, 2000)

Densitas (density) merupakan banyaknya individu yang dinyatakan dengan persatuan luas, maka nilai itu disebut kepadatan (density). Nilai kepadatan ini dapat menggambarkan bahwa jenis dengan nilai kerapatan tinggi memiliki pola penyesuaian yang besar. Kepadatan ditaksir dengan menghitung

jumlah individu setiap jenis dalam kuadrat yang jumlahnya ditentukan, kemudian penghitungannya diulang ditempat yang tersebar secara acak (Fachrullah, 2011).

Data hasil kepadatan sel *N. oculata* dapat dilihat pada Lampiran 2. untuk nilai rata-rata kepadatan dapat dilihat pada tabel 5. berikut :

Tabel 5. rata-rata kepadatan *N. Oculata* (Sel/ml)

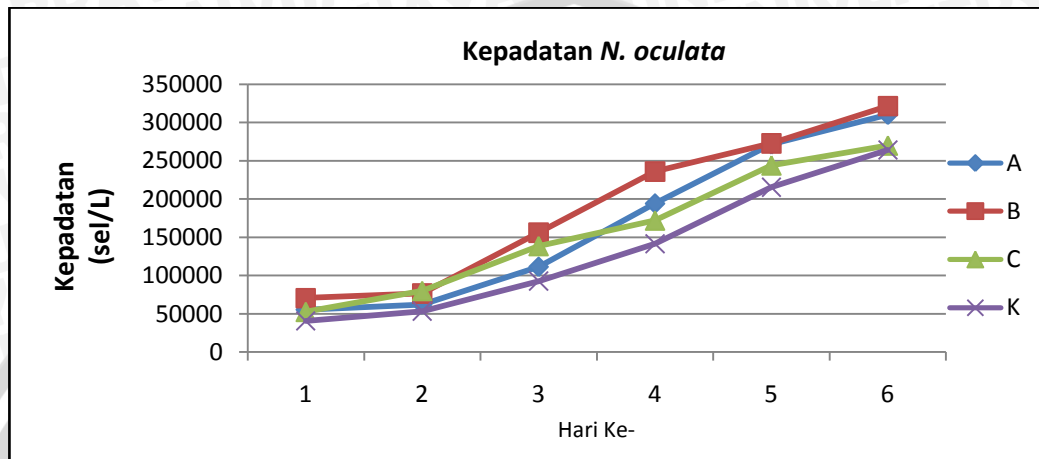
Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-							Rata-rata
	0	1	2	3	4	5	6	
A	1.000	3.217	6.792	10.125	15.458	23.125	27.792	12.501
B	1.000	3.925	7.583	13.542	19.442	26.792	32.542	14.975
C	1.000	3.208	6.083	9.123	15.667	23.125	26.833	12.149
K	1.000	3.375	5.833	9.167	14.417	22.458	26.167	11.774

Keterangan :
 Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
 Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
 Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
 Kontrol = Pupuk walne 1ml/lt

Hasil kepadatan rata-rata yang diperoleh selama kultur pada perlakuan kombinasi pupuk urea 100 ppm dan MET 2%, 100 ppm dan MET 4%, 100 ppm dan MET 6% dan kontrol pada hari ke-0 memiliki rata-rata yang sama yaitu 1.000 sel/ml, kemudian mengalami peningkatan kepadatan dari hari ke-1 hingga hari ke-6 yaitu dengan kombinasi urea 100 ppm dan 2% pada hari pertama kepadatannya rata-rata sebesar 3.217 sel/ml kemudian mengalami peningkatan terus menerus pada hari ke-2 hingga hari ke-6 mengalami puncaknya yaitu rata-rata 27.792 sel/ml. Pada kombinasi urea 100 ppm MET 4% kepadatan rata-rata hari pertama yaitu 3.925 sel/ml kemudian mengalami puncak peningkatan hingga hari ke-6 dengan rata-rata 32.542 sel/ml. Kombinasi urea 100 ppm dan 6% pada hari pertama diperoleh kepadatan rata-rata sebesar 3.208 sel/ml yang terus mengalami peningkatan kepadatan sampai hari ke-6 sebesar 26.833 sel/ml. Sedangkan kepadatan rata-rata perlakuan kontrol dengan pupuk walne pada

hari pertama sebesar 3.375 sel/ml hari kemudian terus meningkat sampai hari ke-6 yaitu 26.167 sel/ml.

Grafik kepadatan sel *N. oculata* untuk mengetahui peningkatan kepadatan sel setiap hari dapat dilihat pada gambar 4. berikut :

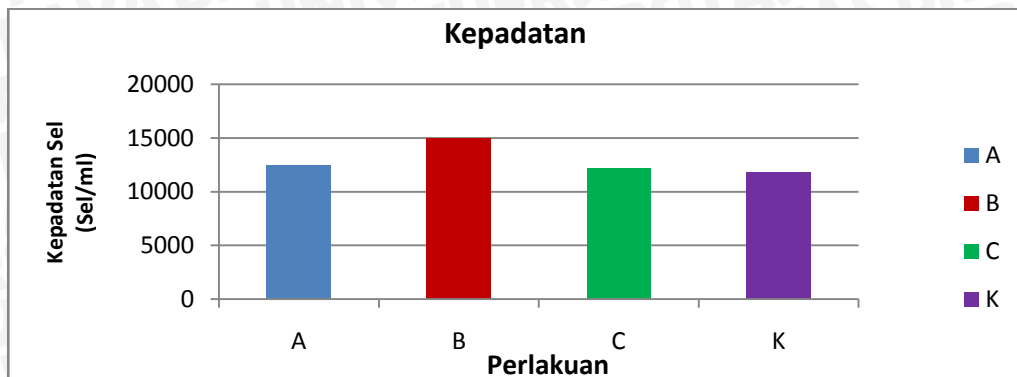


Gambar 4. Grafik Kepadatan sel *N. Oculata*

Keterangan :
Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
Kontrol = Pupuk walne 1ml/lt

Gambar 4 diatas menunjukkan bahwa semakin hari kepadatan sel *N. oculata* semakin tinggi dan kepadatan tertinggi terjadi pada hari keenam yaitu pada perlakuan B (kombinasi pupuk urea 100 ppm dan MET 4%). Sedangkan rata-rata kepadatan terendah terjadi pada perlakuan kontrol (pupuk walne). Pada hari keenam tersebut *N. oculata* mengalami fase Logaritmik atau puncak pertumbuhan. Menurut Suwantika *et al.* (2009), Laju pertumbuhan spesifik menggambarkan banyaknya individu baru yang muncul per satuan waktu tertentu. Laju pertumbuhan spesifik kultur mikroalga umumnya akan meningkat hingga mencapai laju pertumbuhan maksimum, kemudian menurun karena terjadi penurunan kualitas dan kuantitas nutrisi, serta berbagai faktor abiotik lainnya.

Grafik rata-rata jumlah kepadatan *N. oculata* dengan perlakuan kombinasi dosis yang berbeda disajikan pada gambar 5. berikut :



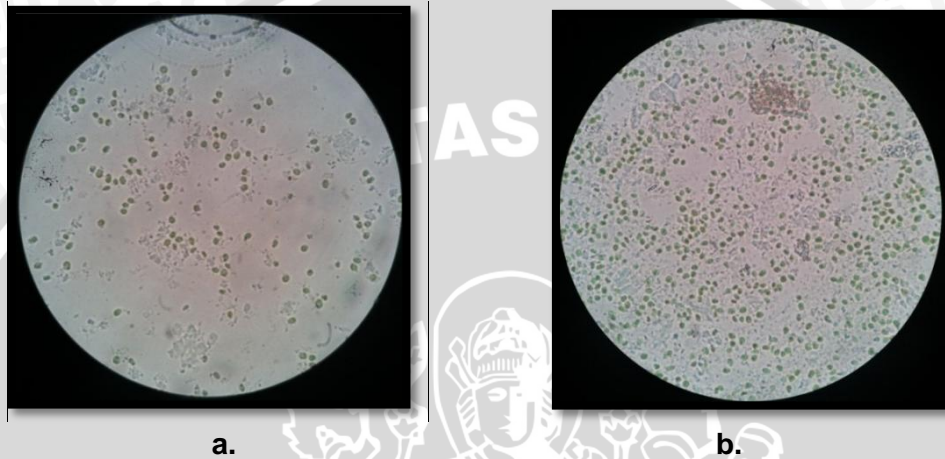
Gambar 5. Grafik rata-rata kepadatan sel *N. oculata*

Keterangan :
Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
Kontrol = Pupuk walne 1ml/lit

Berdasarkan data diatas, dapat dilihat bahwa kepadatan sel dengan perlakuan kombinasi MET 2% dan pupuk urea 100 ppm didapatkan hasil rata-rata sebesar 12.501 sel/ml, terjadi kepadatan tertinggi terjadi pada perlakuan B yaitu kombinasi pupuk urea 100 ppm dan 4% MET dengan kepadatan rata-rata 14.975 sel/ml. Namun, jika dosis MET ditambah menjadi 6% dan pupuk urea 100 ppm maka terjadi penurunan kepadatan dengan rata-rata 12.149 sel/ml, dan pada penambahan pupuk walne didapatkan kepadatan rata-rata sebesar 11.774 sel/ml. sejalan dengan penelitian Prihantini, *et al.* (2007) didapatkan hasil kepadatan tertinggi pada perlakuan MET 4% pada hari ke-7 yaitu sebesar 3.981.071 sel/ml. Betawati, *et al.* (2013), menyatakan bahwa Nitrogen merupakan nutrisi pembatas yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan fitoplankton. Penurunan kepadatan sel secara drastis disebabkan oleh pengaruh konsentrasi N yang terlalu tinggi. Pada kandungan konsentrasi N yang sangat tinggi laju pertumbuhan *N. oculata* akan lebih rendah. Semakin tinggi penambahan N maka tidak selamanya sejalan dengan peningkatan pertumbuhan

bahkan dapat menurunkan pertumbuhan *N. oculata*. Sehingga kombinasi pupuk yang baik untuk pertumbuhan *N. oculata* adalah kombinasi pupuk urea 100 ppm dan MET 4% karena nutrisi pada perlakuan ini sesuai dengan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *N. oculata*.

Perbedaan kepadatan sel *N. oculata* di bawah mikroskop dengan perbesaran 10 kali dapat dilihat pada Gambar 6. Berikut:



Gambar 6. Perbedaan kepadatan sel (a. Kepadatan *N. oculata* hari ke-0 b. kepadatan *N. oculata* hari ke-6)

Ada atau tidaknya pengaruh perbedaan dari perlakuan kombinasi dosis pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET) yang berbeda terhadap kepadatan *N. oculata* serta ada atau tidaknya pengaruh perbedaan waktu pengamatan terhadap kepadatan sel *N. oculata* maka perlu dilakukan analisa sidik ragam pada tabel 6. perhitungan analisa sidik ragam dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 6. Analisa Sidik ragam Kepadatan *N. oculata*

SK	DB	JK	KT	FHIT	F tabel 5%
A	3	132.040.646	44.013.549	21.151**	2,769
B	24	7.830.135.112	326.255.630	156.790**	1,713
Galat	56	116.526.585	2.080.831,869		
Total	83	8.078.702.343			

Ket : A = perlakuan
 * = berbeda nyata
 ** = berbeda sangat nyata

Berdasarkan perhitungan analisis sidik ragam kepadatan *N. oculata*, didapatkan hasil bahwa pada perlakuan $F_{hitung} A (2.151) > F_{tabel} 5\% (2,769)$ yang berarti bahwa pengaruh dari perlakuan dengan dosis pupuk yang berbeda terhadap kepadatan sel *N. Oculata* berbeda nyata pada taraf uji 5%. Penyebabnya adalah pupuk yang digunakan memberikan respon sesuai dengan penyerapan nutrisi dari *N. oculata*.

Uji lanjutan yang dilakukan untuk mengetahui perbedaan waktu pengamatan $F_{hitung} B (A) > F_{tabel}$ yang artinya pengaruh dari perbedaan waktu pengamatan terhadap kepadatan sel *N. oculata* juga berbeda nyata baik pada uji taraf 5%. Hal ini disebabkan *N. oculata* memerlukan waktu untuk memanfaatkan nutrisi setiap harinya, dimana nutrisi tersebut berasal dari unsur hara yang ada di dalam pupuk. Dilakukan uji lanjutan yaitu uji BNT, perhitungan uji BNT dapat dilihat pada lampiran 3, sedangkan tabel uji BNT dapat dilihat pada tabel 7. :

Tabel 7. Uji BNT Kepadatan *N. oculata*

Rata-rata Kepadatan		35.321	36.446	37.504	44.925	notasi	BNT 5%
		K	C	A	B		
K	35.321					a	888,396
C	36.446	1.125*				b	
A	37.504	2.183*	1.058*			c	
B	44.925	9.604*	8.479*	7.421*		d	

Ket: K = Kontrol
 C = Perlakuan Dosis Pupuk C
 B = Perlakuan Dosis Pupuk B
 A = Perlakuan Dosis Pupuk A
 T_n = Tidak Nyata
 * = Berbeda Nyata

Berdasarkan uji BNT pada tabel, diketahui kepadatan *N. oculata* pada perlakuan A, B, C, dan K berbeda nyata. Hal ini disebabkan karena perbedaan dosis akan mempengaruhi jumlah nutrisi yang terdapat dalam media. Media Ekstrak Tauge (MET) mengandung unsur hara makro yang berperan penting dalam pertumbuhan *N. oculata*.

Hasil Uji BNT perlakuan kombinasi dosis pupuk yang berbeda terhadap laju pertumbuhan diketahui bahwa semua perlakuan pupuk kombinasi urea dan MET berbeda nyata. Sementara perlakuan B dengan perlakuan pupuk urea 100 ppm dan MET 4% merupakan perlakuan terbaik karena memiliki nilai rata-rata terbesar. Amanatin dan Nurhidayati (2013), dalam hasil penelitiannya bahwa, kelimpahan sel tertinggi pada kultur *Spirulina* sp. dengan perlakuan kombinasi pupuk urea 100 ppm dan MET 4% yaitu sebesar 0,747 sel/ml.

4.2 Laju Pertumbuhan

Pertumbuhan secara fisik diekspresikan dengan perubahan jumlah, ukuran sel tubuh dalam rentang waktu tertentu. Sedangkan secara morfologi, pertumbuhan diwujudkan dalam bentuk. Sementara secara energetic, pertumbuhan dapat diekspresikan dengan perubahan kandungan total energi tubuh pada waktu tertentu (Kordi, 2009).

Laju pertumbuhan populasi *N. oculata* merupakan hasil penghitungan menggunakan rumus laju pertumbuhan pada saat kepadatan sel *N. oculata* mencapai puncak pertumbuhan yaitu pada hari keenam. Adapun data laju pertumbuhan dapat dilihat pada lampiran 4. sedangkan tabel rata-rata laju pertumbuhan dapat disajikan pada tabel 8. berikut ini :

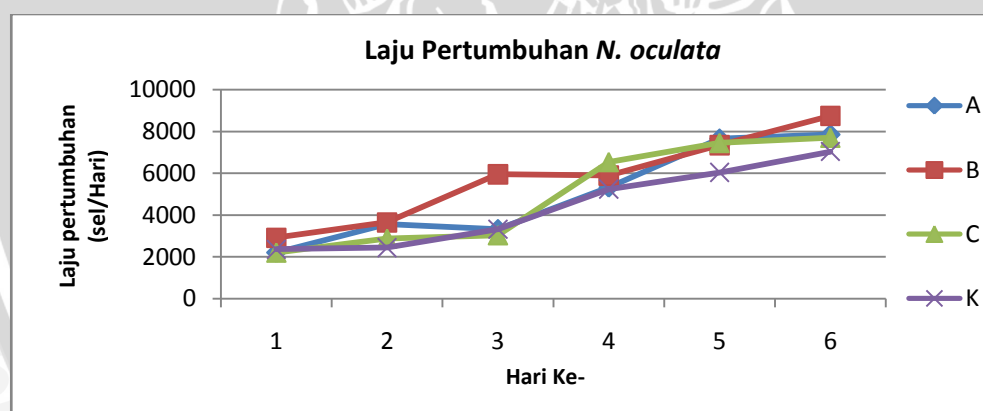
Tabel 8. Laju pertumbuhan *N. oculata* (Sel/Hari)

Perlakuan	Hari Ke						Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	
A	2.217	3.575	3.333	5.333	7.667	7.867	3.827
B	2.925	3.658	5.958	5.900	7.350	8.750	4.506
C	2.208	2.875	3.040	6.543	7.458	7.708	3.690
K	2.375	2.458	3.333	5.250	6.042	7.042	3.595

Keterangan : Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
 Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
 Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
 Kontrol = Pupuk walne 1ml/L

Hasil perhitungan rata-rata laju pertumbuhan diperoleh nilai terendah yaitu pada perlakuan Kontrol (pupuk walne) yaitu dengan rata-rata laju pertumbuhannya sebesar 3.595 sel/hari tertinggi pada perlakuan B (pupuk urea 100 ppm dan MET 4%) sebesar 4.506 sel/hari. Laju pertumbuhan tertinggi terjadi pada hari ke enam yaitu pada saat *N. oculata* mengalami fase eksponensial. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fardiaz (1992), waktu penggandaan yang tercepat biasanya tercapai ketika fase eksponensial, yaitu fase pertumbuhan ketika sel-sel membelah dengan cepat dan konstan mengikuti kurva logaritmik. Pada fase tersebut pertumbuhan dan aktivitas sel berada dalam keadaan maksimum, sehingga pada umur tersebut sel berada dalam keadaan aktif dan memiliki waktu adaptasi yang pendek selama proses kultur.

Adapun grafik laju pertumbuhan *N. oculata* (Sel/hari) dapat dilihat pada gambar 8. berikut :



Gambar 8. Grafik laju pertumbuhan *N. Oculata*

Keterangan :
Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
Kontrol = Pupuk walne 1ml/lt

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan *N. oculata* tiap hari mengalami peningkatan dan puncak laju pertumbuhan tertinggi terjadi pada hari ke-6, sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kawaroe et, al. (2012), Kurva pertumbuhan *P. cruentum* menunjukkan peningkatan hingga

hari ke-enam kultivasi, hari ke tujuh turun. Peningkatan pertumbuhan tersebut merupakan ciri fase eksponensial, dimana pada fase ini mikroalga terus membelah diri dan kematian sel sangat kecil. Hari ketujuh kultivasi mengalami penurunan kepadatan. Pada fase ini pertumbuhan mulai berkurang yang mungkin diakibatkan berkurangnya nutrisi. Laju pertumbuhan sel mikroalga pada suatu kultur sebanding dengan ketersediaan nutriennya.

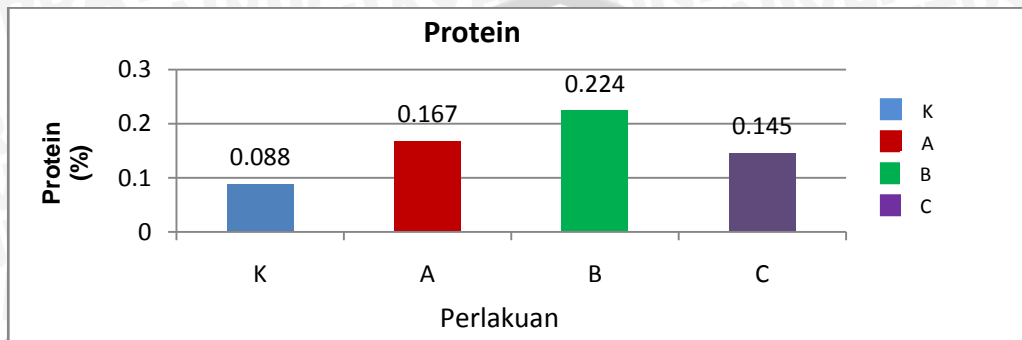
Hal ini sesuai dengan pernyataan Prihantini *et al*, (2013), konsentrasi dan kelengkapan komposisi nutrisi yang terlarut dalam MET 4% sesuai dengan kebutuhan sel *Scenedesmus* sehingga *Scenedesmus* tumbuh dengan baik, serta adanya suatu konsentrasi optimum untuk mencapai pertumbuhan mikroalga yang maksimum. Sehingga kemungkinan konsentrasi dan kelengkapan komposisi nutrisi yang terlarut dalam MET 4% sesuai dengan kebutuhan sel *Scenedesmus* sehingga *Scenedesmus* tumbuh baik. Konsentrasi nutrisi di dalam MET 2% semakin berkurang akibat pengenceran sehingga menyebabkan konsentrasi dan kelengkapan komposisi nutrisi yang ada dalam media tidak mencukupi kebutuhan nutrisi sel *Scenedesmus*. Sedangkan laju pertumbuhan pada perlakuan 6% mengalami laju pertumbuhan yang rendah karena nutrisi yang terkandung dalam konsentrasi media tersebut melebihi nutrisi yang seharusnya dibutuhkan oleh *Scenedesmus*. Selain itu, konsentrasi nutrisi dalam media mempengaruhi transpor nutrisi ke dalam sel *Scenedesmus*.

4.3 Protein *N. Oculata*

Protein merupakan senyawa organik kompleks, tersusun atas banyak asam amino yang mengandung unsur - unsur karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), dan nitrogen (N) yang tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat. Molekul protein mengandung fosfor dan sulfur. Protein sangat penting bagi tubuh karena

zat ini mempunyai fungsi sebagai bahan-bahan dalam tubuh serta sebagai zat pembangun, zat pengatur dan zat pembakar (Kordi, 2009).

Hasil Uji protein *N. oculata* (%) dapat dilihat pada lampiran 5. Diagram protein *N. oculata* dapat dilihat pada gambar 9. berikut :



Gambar 9. Diagram Kandungan protein *N. Oculata*

Keterangan :
Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
Kontrol = Pupuk walne 1ml/lt

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan hasil rata-rata protein tertinggi terjadi pada perlakuan B yaitu dengan kombinasi pupuk Urea 100 ppm dan Media Ekstrak Tauge (MET) 4% yaitu sebesar 2.24%. Hasil tersebut serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Amanatin dan Nurhidayati (2013), dengan menggunakan kombinasi pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge (MET) terhadap kandungan protein *Spirulina* sp. Didapatkan hasil protein tertinggi dengan kombinasi pupuk urea 100 ppm dan Media Ekstrak Tauge (MET) 4% yaitu sebesar 20,99%.

Hal ini disebabkan karena perlakuan kombinasi Urea 100 ppm dan MET 4% mengalami puncak pertumbuhan hari keenam dengan kelimpahan sel tertinggi dibandingkan perlakuan lain. Kandungan protein tertinggi pada perlakuan ini menunjukkan bahwa nutrisi dalam media kultur telah sesuai dengan kebutuhan nutrisi *N. oculata*. Perlakuan ini juga menunjukkan bahwa unsur Nitrogen yang terdapat pada pupuk Urea dan MET telah menjalankan

fungsiya dengan baik, yang ditunjukkan dengan tingginya kelimpahan sel serta kadar protein *N. oculata*. Nitrogen merupakan makronutrien yang mempengaruhi pertumbuhan *N. oculata* dalam aktifitas metabolisme sel (katabolisme maupun asimilasi) khususnya biosintesis protein (Amanatin dan Nurhidayati, 2013).

Hasil pengamatan kandungan protein *N. oculata* didapatkan hasil antara 0.088 – 0.224 %. Kandungan protein ini termasuk rendah karena sampel yang diuji berbentuk cair, sehingga 90% sampel terdiri dari air. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), sebagai mikroalga, *N. oculata* memiliki peran sebagai sumber protein bagi larva ikan. Kandungan gizi *N. oculata* sangat baik untuk pertumbuhan larva karena kandungan proteinnya tinggi. Kebanyakan mikroalga memiliki kandungan protein yang tinggi sekitar 20% dari berat basahnya.

Dari hasil kisaran kadar protein yang diperoleh pada penelitian ini, biomassa *N. oculata* yang dihasilkan pada media penambahan pupuk urea dan Media Ekstrak Tauge tidak dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein karena kadar protein tertinggi yang diperoleh hanya sebesar 0.224%. Meskipun menurut Becker (1994) protein yang terkandung dalam mikroalga memiliki jenis asam amino essensial seperti leusin, isoleusin dan valin, namun menurut Ben-Amotz (2009), suatu bahan dapat memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai sumber protein pangan dan pakan apabila memiliki kadar protein sebesar 20-50%.

Mengacu pada hasil penelitian Ainul pada kultur *N. oculata* dengan perlakuan kombinasi pupuk urea dan SP-36 didapatkan hasil protein tertinggi pada perlakuan A yaitu kombinasi pupuk urea 40 ppm dan SP-36 5 ppm yaitu sebesar 0.22% serta pada penelitian Azzimar pada kultur *N. oculata* dengan perlakuan pupuk urea 80 ppm didapatkan nilai protein sebesar 0.157%.

Rendahnya kandungan protein yang dihasilkan ini dikarenakan mikroalga menguraikan kembali protein yang dihasilkan sebagai energi untuk pertumbuhannya serta penelitian ini berskala laboratorium sehingga biomassa

yang dihasilkan juga rendah. Berdasarkan pernyataan Kabinawa (2000), Mikroalga memiliki klorofil sehingga mampu melakukan fotosintesis dengan bantuan air, CO₂ dan sinar matahari, serta menggunakan bahan anorganik seperti NO₃⁻, NH₄⁻, dan PO₄⁻, sehingga menghasilkan energi kimiawi dalam bentuk biomassa seperti karbohidrat, lemak, protein, dan lain-lain. Kemudian energi tersebut digunakan untuk biosintesis sel, pertumbuhan dan penambahan sel, bergerak dan berpindah serta reproduksi.

Perhitungan analisis sidik ragam dapat dilihat pada lampiran 6, sedangkan tabel hasil perhitungan analisis sidik ragam dapat dilihat pada tabel 9. berikut :

Tabel 9. Analisa Sidik Ragam kandungan Protein

SK	DB	JK	KT	FHIT	F tabel 5%
A	3	2.874	0.958	49.857**	0.113
Galat	8	0.153733	0.019217		
Total	11	3.028			

Ket : A = perlakuan
 * = berbeda nyata
 ** = berbeda sangat nyata

Analisa data yang dilakukan untuk mengetahui perbedaan kandungan protein menggunakan analisa sidik ragam (Tabel 9). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan F hitung (49.857) > F tabel 5% (0.113) memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kandungan protein. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan kombinasi pupuk Urea dan MET (2%, 4%, dan 6%) pada *N. oculata* memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kandungan proteinnya. Nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel 5% maka dilanjutkan dengan uji BNT.

Pehitungan uji BNT dapat dilihat pada lampiran 6. Sedangkan hasil perhitungan uji BNT dapat dilihat pada tabel 10. Berikut ini :

Tabel 10. uji BNT

Rata-rata Protein		0,09	0,15	0,17	0,22	notasi	BNT 5%
		K	C	A	B		
K	0,09					a	0,011348
C	0,15	0,06*				b	
A	0,17	0,08*	0,02*			c	
B	0,22	0,14*	0,08*	0,06*		d	

Ket: K = Kontrol
 C = Perlakuan Dosis Pupuk C
 B = Perlakuan Dosis Pupuk B
 A = Perlakuan Dosis Pupuk A
 T_n = Tidak Nyata
 * = Berbeda Nyata

Hasil Uji BNT perlakuan dosis pupuk yang berbeda terhadap laju pertumbuhan diketahui bahwa semua perlakuan pupuk kombinasi urea dan MET berbeda nyata. Sementara perlakuan B dengan dosis pupuk urea 100 ppm dan MET 4% merupakan perlakuan terbaik karena memiliki nilai rata-rata terbesar. Amanatin dan Nurhidayati (2013), menyimpulkan dalam hasil penelitiannya bahwa, Hasil pengujian kadar protein kasar *Spirulina* sp. dengan komposisi MET 4% dan Urea 100 ppm menunjukkan kadar protein yang tertinggi. Hal ini disebabkan karena perlakuan tersebut mengalami puncak pertumbuhan pada hari keenam, memiliki kelimpahan sel yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lain. Nutrien yang terdapat pada media kultur tersebut telah sesuai dengan kebutuhan nutrien *Spirulina* sp. Perlakuan tersebut juga menunjukkan bahwa unsur Nitrogen yang terdapat pada Pupuk MET dan Urea telah menjalankan fungsinya dengan baik, yang ditunjukkan dengan tingginya kelimpahan sel serta kadar protein.

4.3.1 Protein Tiap sel *N. oculata*

Nitrogen juga merupakan bahan penting penyusun asam amino, amida, nukleotida, dan nukleo protein, serta essential untuk membelahan sel sehingga nitrogen penting penting untuk pertumbuhan. Berdasarkan hal tersebut, maka pada saat konsentrasi nitrogen dalam media kultur optimal, Aktifitas metabolisme sel juga berjalan dengan baik, termasuk sintesis klorofil, karena kandungan klorofil yang tinggi akan menyebabkan proses fotosintesis dapat berjalan dengan baik dan pertumbuhan *Spirulina* sp. akan lebih optimal (Amanatin dan Nurhidayati 2013).

Kandungan protein tiap sel *N. oculata* didapatkan dari perhitungan pada lampiran 7. pada penelitian ini sebagai berikut :

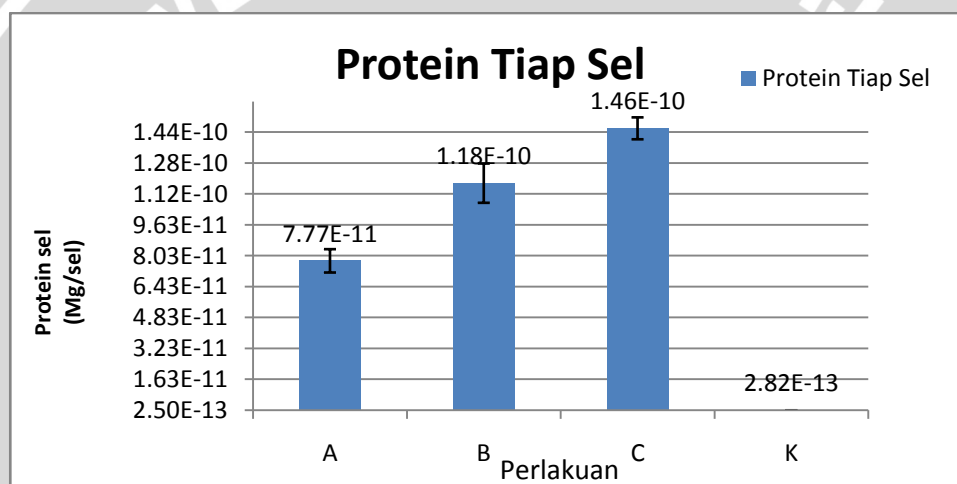
Tabel 11. Protein sel *N. Oculata* (mg/sel)

Perlakuan	Protein sel (mg/sel)
A1	$7,11 \times 10^{-11}$
A2	$7,89 \times 10^{-11}$
A3	$8,30 \times 10^{-11}$
B1	$1,28 \times 10^{-10}$
B2	$1,08 \times 10^{-10}$
B3	$1,17 \times 10^{-10}$
C1	$1,43 \times 10^{-10}$
C2	$1,42 \times 10^{-10}$
C3	$1,53 \times 10^{-10}$
K1	$2,72 \times 10^{-13}$
K2	$3,16 \times 10^{-13}$
K3	$2,57 \times 10^{-13}$

Keterangan : Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
 Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
 Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
 Kontrol = Pupuk walne 1ml/lit

Berdasarkan tabel.10 di atas didapatkan kandungan protein sel *N. oculata* tertinggi pada perlakuan C3 yaitu dengan nilai $1,53 \times 10^{-13}$ mg/sel, sedangkan nilai terendah pada perlakuan K3 yaitu sebesar $2,57 \times 10^{-10}$ mg/sel. Hasil tersebut tidak berbanding lurus dengan perlakuan yang menghasilkan kepadatan tertinggi. Hal tersebut diakibatkan oleh kemampuan penyerapan nutrisi pada setiap sel berbeda sehingga kandungan proteinnya juga berbeda, serta perlakuan MET yang berbeda sehingga nutrisi tiap perlakuan juga berbeda.

Perbedaan kandungan protein sel *N. oculata* (mg/sel) dapat dilihat pada gambar.10 di bawah ini :



Gambar 10. Grafik protein sel *N. oculata*

Keterangan :
 Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
 Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
 Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
 Kontrol = Pupuk walne 1ml/lt

Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa kandungan protein sel tertinggi terjadi pada perlakuan C (kombinasi pupuk urea 100 ppm dan MET 6%), hasil tersebut tidak sama dengan perlakuan yang menghasilkan kepadatan dan protein tertinggi. Secara kuantitatif didapatkan hasil protein tertinggi dari biomassa yang tertinggi pula yaitu perlakuan B (urea 100 ppm, MET 4%), namun secara kualitatif penyerapan nutrient sebagai pembentuk protein tiap sel terjadi pada perlakuan C (urea 100 ppm, MET 6%).

Perlakuan pupuk kombinasi urea dan MET akan menyuplai kebutuhan *N. oculata* akan unsur N dan P. berikut tabel kandungan pupuk urea dan MET :

Tabel 12. Standar Mutu Pupuk Urea (SNI,1998) dan Hasil uji kandungan MET :

Jenis Pupuk	Uraian	Persyaratan (%)
Urea	Kadar Nitrogen	Min. 46
	Kadar Air	Maks. 0,5
	Kadar biuret	Maks. 1
MET	Nitrogen	1.49
	Fosfat	0.29
	Kalium	0.20

Effendie (2003), menyatakan bahwa di perairan, nitrogen berupa nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen anorganik terdiri atas ammonia (NH₃), ammonium (NH₄), nitrit (NO₂), nitrat (NO₃), dan molekul nitrogen dalam bentuk gas nitrogen organik berupa protein, asam amino dan urea.

Penambahan pupuk urea pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kandungan protein *N. oculata*, sedangkan penggunaan MET adalah sebagai sumber fosfat dan unsur non esensial yang dibutuhkan oleh *N. oculata* dalam media pertumbuhannya sehingga didapatkan dosis kombinasi pupuk urea dan MET terbaik untuk pertumbuhan dan protein *N. oculata* adalah perlakuan B yaitu kombinasi pupuk urea 100 ppm dan MET 4%.

4.4 Kualitas Air pada Media Pertumbuhan *N. oculata*

4.4.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, selain itu suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (Rizky, 2010).

Suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton. perubahan suhu berpengaruh terhadap proses kimia,

biologi dan fisika, peningkatan suhu dapat menurunkan suatu kelarutan bahan dan dapat menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi fitolankton di perairan (Effendie, 2003).

Data hasil pengukuran suhu pada media pertumbuhan *N. oculata* dapat dilihat pada **Lampiran 8.** untuk nilai suhu rata-rata disajikan dalam tabel 13.

berikut :

Tabel 13. Suhu ($^{\circ}\text{C}$) rata-rata

Perlakuan	Pengamatan hari ke					
	1	2	3	4	5	6
A	25	25	25	26	26	26
B	25	25	25	26	26	26
C	25	25	25	26	26	26
K	25	25	25	26	26	26

Keterangan :
 Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
 Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
 Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
 Kontrol = Pupuk walne 1 ml/l

Pengukuran suhu pada media pertumbuhan *N. oculata* dengan perlakuan kombinasi pupuk Urea dengan dosis 100 ppm dan Media Ekstrak Tauge (MET) dengan konsentrasi yang berbeda berkisar antara 25-26 $^{\circ}\text{C}$ Suhu tersebut termasuk dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan *N. oculata*. Menurut Fitriani (2012), Suhu dalam kultur diatur sedemikian rupa bergantung pada medium yang digunakan. Suhu di bawah 16 $^{\circ}\text{C}$ dapat menyebabkan kecepatan pertumbuhan turun, sedangkan suhu di atas 36 $^{\circ}\text{C}$ dapat menyebabkan kematian. Beberapa fitoplankton tidak tahan terhadap suhu yang tinggi. pengaturan suhu dalam kultur fitolankton dapat dilakukan dengan mengalirkan air dingin ke botol kultur atau dengan menggunakan alat pengatur suhu udara. Temperatur optimum bagi perkembangan *N. oculata* adalah 23-36 $^{\circ}\text{C}$.

Suhu dalam penelitian ini mengalami peningkatan setiap harinya, hal ini disebabkan adanya proses dekomposisi bahan organik yang mengubah Media Ekstrak Tauge (MET) menjadi anorganik sehingga dapat diserap langsung oleh *N. oculata*. Pramatmaja (2008), menjelaskan bahwa pada dekomposisi dengan perlakuan aerob, mikroorganisme yang berperan besar selama proses dekomposisi yaitu hanya mikroorganisme mesofilik karena suhu berkisar kurang dari 45 °C. Semakin tinggi aktivitas mikroorganisme, maka semakin besar pula panas yang dihasilkan melalui metabolisme mikroorganisme yang dilepaskan dan suhu di perairan mengalami meningkat.

b. Salinitas

Kisaran salinitas yang berubah-ubah dapat mempengaruhi dan menghambat pertumbuhan dari mikroalga. Beberapa mikroalga dapat tumbuh dalam kisaran salinitas yang tinggi tapi ada juga mikroalga yang dapat tumbuh dalam kisaran salinitas yang rendah. pengaturan salinitas pada medium yang diperkaya dapat dilakukan dengan cara pengenceran dengan menggunakan air tawar (Fitriani, 2012).

Hasil salinitas pada media pertumbuhan *N. oculata* dapat dilihat pada

Lampiran 9. untuk nilai salinitas rata-rata disajikan pada tabel. 14 berikut :

Tabel 14. Rata-rata salinitas (ppt)

Perlakuan	Pengamatan hari ke					
	1	2	3	4	5	6
A	30	30	31	31	32	32
B	30	30	31	31	32	32
C	30	30	31	31	32	32
K	30	30	31	31	32	32

Keterangan :
 Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
 Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
 Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
 Kontrol = Pupuk walne 1ml/lit

Hasil pengamatan harian terhadap salinitas media pertumbuhan *N. oculata* dengan perlakuan kombinasi pupuk Urea dengan dosis 100 ppm dan Media Ekstrak Tauge (MET) dengan konsentrasi yang berbeda didapatkan hasil antara 30 – 32 ppt. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang diperoleh oleh Nurhayati, *et al.* (2013), didapatkan hasil untuk media kultur dari *N. oculata* memiliki salinitas antara 31-32 ppt. Kondisi tersebut sudah sesuai dengan nilai salinitas untuk pertumbuhan mikroalga yang berkisar antara 30-32 ppt Menurut Converti, *et al.* (2009) terjadinya kenaikan salinitas diduga disebabkan karena terjadinya penguapan akibat kenaikan suhu, Sehingga kadar garamnya menjadi meningkat.

4.4.2 Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Menurut Kordi (2009), pH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan asam kurang produktif. Pada pH rendah (keasaman yang tinggi), kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun. nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan. Misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Toksisitas logam berat memperlihatkan peningkatan pada pH rendah.

Data hasil derajat keasaman (pH) pada media pertumbuhan *N. oculata* dapat dilihat pada **Lampiran 10**. nilai rata-rata pengukuran derajat keasaman dapat dilihat pada tabel 15. berikut :

Tabel 15. rata-rata derajat keasaman (pH)

Perlakuan	Pengamatan hari ke					
	1	2	3	4	5	6
A	7,80	7,80	7,80	7,80	8,00	8,00
B	8,00	8,00	8,10	8,10	8,10	8,20
C	7,97	7,90	7,94	7,92	7,97	8,09
K	7,44	7,48	7,49	7,51	7,59	7,67

Keterangan :
Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
Kontrol = Pupuk walne 1ml/lt

Dari hasil pengamatan pH pada media pertumbuhan *N. oculata* didapatkan hasil antara 7,44 – 8,20. Kisaran suhu tersebut masih dalam kisaran pH optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. Menurut Fitriani (2012), Derajat keasaman atau pH digambarkan sebagai keberadaan ion hidrogen. variasi pH dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan kultur mikroalga antara lain mengubah keseimbangan karbon anorganik, mengubah ketersediaan nutrisi dan mempengaruhi fisiologi sel. kisaran pH untuk kultur alga biasanya antara 7-9, kisaran optimum untuk alga laut berkisar antara 7,8-8,5. secara umum kisaran pH yang optimum untuk pertumbuhan *N. oculata* antara 7-9.

pH sangat mempengaruhi kehidupan makhluk hidup, termasuk di dalamnya fitoplankton. pH yang ideal untuk kehidupan fitoplankton di perairan adalah 6,5 - 8,0. Pada perairan yang kondisi asam dengan pH kurang dari 6, organisme yang menjadi pakan ikan (fitoplankton) tidak akan hidup dengan baik. Sedangkan nilai pH lebih kecil dari 4 merupakan perairan yang sangat asam dan dapat menyebabkan kematian makhluk hidup, sedangkan lebih dari 9,5 merupakan yang sangat basa dapat pula menyebabkan kematian dan mengurangi produktivitas (Asriana dan Yuliana, 2012).

b. Oksigen Terlarut (*Dissolve Oxygen*)

Oksigen terlarut dalam kultur mikroalga dibutuhkan untuk dekomposisi, oksigen terlarut ini didapatkan dari aerasi untuk suplai oksigen serta hasil fotosintesis oleh *N. oculata*. Menurut Endahwati dan Suprihatin (2007), Proses Penambahan Oksigen (Aerasi) merupakan suatu usaha penambahan konsentrasi oksigen yang terkandung dalam air limbah, agar proses oksidasi biologi oleh mikroba akan dapat berjalan dengan baik.

Data Oksigen Terlarut (mg/L) dapat dilihat pada **Lampiran 11.** sedangkan nilai rata-rata oksigen terlarut dapat dilihat pada tabel 16. berikut :

Tabel 16. Rata-rata oksigen terlarut (mg/L)

Perlakuan	Pengamatan hari ke					
	1	2	3	4	5	6
A	7,31	7,66	7,70	7,73	7,75	7,68
B	7,85	7,76	7,94	7,92	7,87	7,58
C	7,61	7,64	7,69	7,76	7,71	7,67
K	6,79	7,13	7,15	7,31	7,46	7,50

Keterangan :
 Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
 Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
 Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
 Kontrol = Pupuk walne 1ml/lt

Hasil pengamatan kandungan oksigen terlarut dalam media pertumbuhan *N. oculata* termasuk dalam kisaran yang sangat tinggi yaitu berkisar antara 7,31 - 7.92 mg/L, namun masih dalam kisaran optimum untuk pertumbuhan biota air seperti yang dijelaskan oleh Kordi dan Tancung (2010), Jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk pernapasan biota budidaya tergantung ukuran, suhu dan tingkat dan batas minimumnya adalah 3 ppm atau tiga mg/l. kandungan oksigen di dalam air dianggap optimum untuk budidaya biota air adalah 4-10 ppm, tergantung jenisnya. Laju respirasi terlihat tetap pada batas kelarutan oksigen 3-4 ppm pada suhu 20-30 °C

c. Fosfat

Fosfor yang diserap oleh organisme tumbuhan adalah dalam bentuk orthofosfat. Sumber fosfor dalam perairan dapat berasal dari udara, pelapukan batuan, dekomposisi bahan organik, pupuk buatan(limbah pertanian), limbah industri, limbah rumah tangga dan mineral-mineral fosfat (Saeni,1989). Fosfor sering dianggap sebagai faktor pembatas, hal ini didasarkan atas kenyataan bahwa fosfor sangat diperlukan dalam transfer energi.

Data Orthofosfat (mg/L) dapat dilihat pada **Lampiran 12.** untuk nilai rata-rata pengukuran suhu dapat dilihat pada tabel 17 berikut :

Tabel 17. rata-rata pengukuran Orthofosfat (mg/L)

Perlakuan	Pengamatan hari ke	
	1	6
A	0,083	0,025
B	0,155	0,055
C	0,213	0,073
K	0,230	0,176

Keterangan :
 Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
 Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
 Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
 Kontrol = Pupuk walne 1ml/lt

Hasil pengamatan kandungan orthofosfat dalam *Nannochloropsis oculata* termasuk tinggi yaitu antara 0,083 – 0,264 mg/L. Namun pada hari ke enam mengalami penurunan. Hasil tersebut termasuk ke dalam nilai optimum pertumbuhan mikroalga. Sehubungan dengan kebutuhan pertumbuhan fitoplankton, kisaran ortofosfat yang optimum adalah 0,09–1,80 ppm. Basmi (1999) senyawa ortofosfat merupakan faktor pembatas bila kadarnya dibawah 0,004 ppm, sementara pada kadar > 1,0 ppm PO_4^- dapat menimbulkan blooming.

Tumbuhan membutuhkan unsur N dan P dalam pembutan lemak dan protein tubuh. Unsur N dan P sering menjadi faktor pembatas dalam produktivitas primer fitoplankton. Dimana unsur tersebut hanya dapat dimanfaatkan fitoplankton secara langsung jika berbentuk nitrat dan orthofosfat. Rasio N dan P yang dipakai oleh tumbuhan hijau antara di dalam air laut maupun dalam tumbuhan sama, yaitu 16 N : 1 P (Asriana dan Yuliana, 2012).

d. Nitrat

Nitrat (NO_3^-) adalah nutrien utama bagi pertumbuhan fitoplankton dan algae. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil yang di hasilkan dari proses oksida sistem purna senyawa nitrogen di perairan. Konsentrasi

nitrat di suatu perairan diatur dalam proses nitrifikasi. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi ammonia yang berlangsung dalam kondisi aerob menjadi nitrit dan nitrat adalah proses penting dalam siklus nitrogen (Effendie, 2003).

Data hasil pengukuran nitrat (mg/L) pada media pertumbuhan *N. oculata* dapat dilihat pada **Lampiran 13**. nilai rata-rata pengukuran nitrat dapat dilihat pada tabel 18. berikut :

Tabel 18. Rata-rata pengukuran Nitrat (mg/L)

Perlakuan	Pengamatan hari ke	
	1	6
A	0,631	0,557
B	1,065	0,697
C	1,179	0,705
K	0,990	0,718

Keterangan :
 Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
 Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
 Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
 Kontrol = Pupuk walne 1ml/lit

Hasil pengamatan nitrat dalam media kultur *N. oculata* yaitu antara 0,557–1,179 mg/L. Hasil tersebut masih termasuk ke dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan mikroalga. Lapu (1994) menyatakan bahwa untuk mendukung pertumbuhan mikroalga dapat tumbuh dengan baik kandungan nitrat antara 0,9–3,5 ppm. Pada kadar di bawah 0,1 ppm atau di atas 45 ppm, nitrat dapat merupakan faktor pembatas kesuburan. Menurut Asriana dan Yuliana (2012), Zat-zat anorganik utama yang diperlukan fitoplankton untuk tumbuhan dan berkembang biak ialah nitrogen (sebagai nitrat, NO_3) dan fosfat (sebagai fosfat PO_4^{2+}). Zat-zat hara lain, baik anorganik dan organik, mungkin diperlukan dalam jumlah kecil atau sangat kecil, namun pengaruhnya terhadap produktivitas tidak sebesar nitrogen dan fosfor. Nitrogen dan fosfor sebagai nutrient utama yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan dan perkembangannya memiliki kadar yang optimal.

e. Karbondioksida

Karbondioksida merupakan hasil dari respirasi yang dilakukan tanaman atau hewan. ketersediaan karbondioksida adalah sumber utama untuk fotosintesis. Menurut Gusrina (2008), karbondioksida merupakan salah satu parameter kimia yang sangat menentukan dalam kegiatan budidaya.

Data hasil pengukuran karbondioksida (mg/L) pada media pertumbuhan *N. oculata* dapat dilihat pada **Lampiran 14**. nilai rata-rata pengukuran karbondioksida dapat dilihat pada tabel 19. berikut :

Tabel 19. Rata-rata pengukuran karbondioksida (mg/L)

Perlakuan	Pengamatan hari ke	
	1	6
A	38,6	14,6
B	31,9	23,9
C	39,9	9,2
K	43,9	18,6

Keterangan :
 Perlakuan A = Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%
 Perlakuan B = Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%
 Perlakuan C = Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%
 Kontrol = Pupuk walne 1ml/lt

Hasil pengamatan kandungan karbondioksida dalam media kultur *N. oculata* didapatkan hasil antara 9,2 – 43,9 mg/L. Hasil pengamatan karbondioksida cenderung menurun Karena dimanfaatkan oleh *N. oculata* dalam proses fotosintesis. Seperti yang dijelaskan oleh Asriana dan Yuliana (2012), Jika ke dalam penetrasi cahaya menembus air sudah diketahui, maka dapat diketahui sampai dimana proses asimilasi tumbuhan terjadi. Energi matahari digunakan dalam proses fotosintesis, diserap oleh pigmen klorofil dan diubah menjadi energi kimia yang digunakan dalam proses reduksi karbondioksida sehingga terbentuk bahan organik sebagai hasil akhir fotosintesis. Cahaya yang tampak kemudian dipantulkan terutama pada panjang gelombang hijau dan secara keseluruhan radiasi matahari yang aktif dalam fotosintesis hanya 40%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

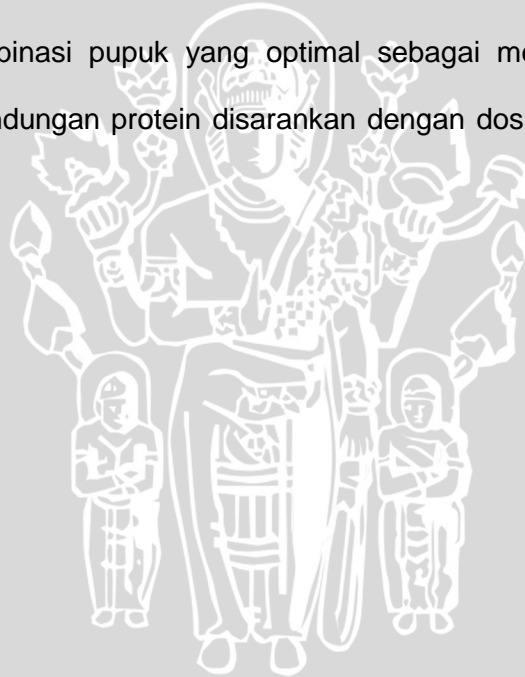
5.1 Kesimpulan

- Pemberian kombinasi pupuk urea dan MET yang berbeda pada kultur *N. oculata* berpengaruh nyata terhadap kepadatan sel berdasarkan hasil analisa sidik ragam sehingga tolak H_0 , terima H_1 .

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Penggunaan kombinasi pupuk yang optimal sebagai media pertumbuhan mikroalga dan kandungan protein disarankan dengan dosis pupuk urea 100 ppm dan MET 4%.



DAFTAR PUSTAKA

- Abuzar, S. S., Y. D. Putra., R. E. Emargi. 2012. Koefisien transfer Gas (KLa) pada Proses Aerasi Menggunakan Tray Aerator Bertingkat 5 (Lima). Jurnal Teknik Lingkungan UNAND 9 (2) : 155-163.
- Afandi, Y. V. 2003. Uji Penurunan Kandungan Nitrat dan Fosfat oleh Alga Hijau (*Chlorella sp*) secara Kontinyu. Skripsi. Jurusan Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Amanatin, R. Dwi Dan T. Nurhidayati. 2013. Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Media Ekstrak Tauge (MET) dengan Pupuk Urea Terhadap Kadar Protein *Spirulina Sp*. Jurnal Sains dan Seni Pomits. 2 (2). 182-185.
- Amilah dan Y. Astuti 2006. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Taoge Dan Kacang Hijau Pada Media Vacin And Went (Vw) Terhadap Pertumbuhan Kecambah Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* , L). Bulletin Penelitian No.09 Tahun 2006.
- AOAC, 2005. Official Method Of Association Of Official Analytical Chemist. 12t H. Edition. Published By Association Of Official Analytical.
- Asriyana dan Yuliana. 2012. Produktivitas Perairan. Bumi Aksara. Jakarta
- Astawan, M. 2005. Proses UHT: Upaya Penyelamatan Gizi pada Susu. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Basmi, J. 1999. Planktonologi: Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Hal. 15-17.
- Ben-Amotz. A. 1999, Production of β -carotene from *Dunaliella* in Cohen. Chemicals from Mikroalga. Taylor and Francis Ltd, London, UK.342:432 pp
- Betawati, P. N. 2005. Pertumbuhan *Chlorella* spp. Dalam Medium Ekstrak Tauge (MET) Dengan Variasi pH Awal. Makara Sains, 9 (1): 1 - 6.
- Betawati P. N., D. Damayanti, dan R. Yuniati. 2007. Pengaruh Konsentrasi Medium Ekstrak Tauge (MET) terhadap Pertumbuhan *Scenedesmus* Isolat Subang. *Makara Sains*. 11 (1) : 1-91
- Boyd, C. E. 1982. Water Quality Management For Pond Fish Culture. Depelopments In Aquaculture and Fisheries Science: New York.
- Brown, M. R. 2002. Nutritional Value of Mikroalga for Aquakultur, In: Cruz-Suarez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortes, M. G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutricion Acuicola VI*. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. 3 al 5 de Septiembre del 2002 . Cancun, Quintana Roo, Mexico.
- Chisti, Y. 2007. Biodiesel from microalgae. *Biotechnol. Adv.* 25, 294–306

- Converti A., A. A. Casazza., E. Y. Ortiz., P. Patrizia, and M.D. Borghi. 2009, Effect of temperature and Nitrogen Concentration on The Growth and lipid content of *Nannochloropsis oculata* and *Chlorella vulgaris* for Biodiesel Production , Chem. Eng. Process.
- Coutteau, P. 1996. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture, Laboratory of quaculture and Artemia Reference Center University of Gent, Belgium, FAO, p : 7-30
- Darsi R., A. Supriadi dan A. D. Sasanti. 2012. Karakteristik Kimiawi dan Potensi Pemanfaatan *Dunaliella salina* dan *Nannochloropsis* sp. Fishtech Journal 1(1): 14-25.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta : Kanisius.
- Ekawati, A. W. 2005. Diktat Kuliah Budidaya Pakan Alami. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. hal. 3-48.
- Endah, J. H. dan Z. Abidin. 2002. Membuat Tanaman Buah Kombinasi. Agromedia Pustaka.Jakarta
- Endahwati, L., dan Suprihatin. 1992. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi, dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. UPN–Veteran. Surabaya
- Ernest, P. 2012. Pengaruh Kandungan Ion Nitrat Terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia
- Fachrullah, M. R., 2011. Laju Pertumbuhan Mikroalga Penghasil Biofuel Jenis *Chlorella* Sp. dan *Nannochloropsis* Sp. yang Dikultivasi Menggunakan Air Limbah Hasil Penambangan Timah Di Pulau Bangka. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz, S., 1992. Mikrobiologi Pangan I. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Fitriani, G. A. 2012. Pengaturan Laju Hisap Filtrasi dalam Sistem Produksi Biomassa *Nannochloropsis* sp. Menggunakan Teknik Filtrasi Kontinyu dalam Aliran Sirkulasi Kultur Media. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok.
- Fogg, G. E. 1975. Algae Culture and Phytoplanton Ecology. Second Edition. The University of Winconsin Press, Ltd., London
- Gwo, Jin-Chywan., J. Chiua., C. Chou., H. Cheng. 2005. Cryopreservation of a marine microalga, *Nannochloropsis oculata* (Eustigmatophyceae). Cryobiology 50 : 338-343
- Harinaldi. 2005. Prinsip Prinsip Statistik Untuk Teknik Dan Sains. Penerbit Erlangga: Jakarta

- Heng, Ri-Liang And L. Pilon. 2014. Time-Dependent Radiation Characteristics Of Nannochloropsis Oculata During Batch Culture. *Journal Of Quantitative Spectroscopy And Radiative Trdansfer*. Vol 144 : 154–163.
- Hermanto, B. M., Sumardi, C. L. Hawa, dan M. S. Fiqtinovri. 2013. Perancangan Bioreaktor untuk Pembudidayaan Mikroalga. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 12(3): 153-162
- Hibberd, D.J. (1981). Notes On The Taxonomy And Nomenclature Of The Alga Classes Eustigmatophyceae And Tribophyceae (Synonym Xanthophyceae). *Journal Of The Linnean Society Of London, Botany*.
- Hu, H & K. Gao. 2006. Response of growth and fatty acid compositions of Nannochloropsis sp. to environmental factors under elevated CO2 concentrati on. *Biotechnol. Lett.*, 28: 987–992.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. Tehnik Kultur Fitoplankton dan Zooplankton. Kanisius, Yogyakarta.
- Jaedun, A. 2011, Metodologi Penelitian Eksperimen, Pelatihan, Penulisan Artikel Ilmiah LPMP Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Jati F., H. Johanes, dan E. H. Vivi. 2012. Pengaruh penggunaan dua jenis media kultur yang berbeda terhadap pola pertumbuhan, Kandungan protein dan asam lemak omega 3 EPA (*Chaetoceros gracilis*). *Jurnal of aquaculture Management and technology*. 1 (1): 221-235.
- Kabinawa, I. N. 2000. Makanan Kesehatan Khususnya Mikroalga. Bahan Presentasi SERP-3, Bandung, Puslibang Bioteknologi-LIPI, Cibinong.
- Kawaroe, M., T. Prariono, A. Rachmat, D. W. Sari, dan D. Augustine. 2012. Laju Pertumbuhan Spesifik dan Kandungan Asam Lemak pada Mikroalga *Spirulina platensis*, *Isochrysis sp.* dan *Porphyridium cruentum*. *ILMU KELAUTAN*. 17 (3) 125-131
- Kordi, K. G. Dan A. B. Tancung. 2010. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta : Jakarta
- Kusdarwati, R., M. Akhyar dan B. S. Rahardja. 2011. Pengaruh Penambahan Vitamin B12 pada Media Blotong Kering Terhadap Pertumbuhan Populasi *Dunaliella Salina*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 13 (1) : 73-77.
- Lapu, P. 1994. Analisis beberapa kualitas sumber air tambak di Maranak, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Universitas Hasanudin. Sulawesi. 4
- Liliandari, P. dan Aunurohim. 2013. Kecepatan Filtrasi Kerang Hijau *Perna viridis* terhadap *chaetoceros sp* dalam Media Logam Tercemar Kadmium
- Lubian, L.M., Montero, O., Garrida, I.M., Huertas, I.E., Sobrino, C., Gonzales, M. and G. Parés. 2000. Nannochloropsis (Eustigmatophyceae) as a source of commercially valuable pigments, *Journal of Applied Phycology* 12: 249-255.

- Muhaemin, A., E. Iskandar, dan R. Rahmat. 2014. Starvasi Nitrogen dan Pengaruhnya Terhadap Biomassa dan Protein Total *Nannochloropsis* sp. *Maspari Journal*. VI (2) : 98-103.
- Nurhayati, T., M. B. Hermanto, dan M. Lutfi. 2013. Penggunaan Fotobioreaktor Sistem Batch Tersirkulasi terhadap Tingkat Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris*, *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis oculata*. Vol. 1 No.3. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya
- Pramatmaja, W. A. 2008. Pengelolaan Sampah Secara Terpadu di Dusun Karangbendo Banguntapan Bantul Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Prihantini, B. N., D. Damayanti dan R. Yuniati 2007. Pengaruh Konsentrasi Medium Ekstrak Tauge (Met) Terhadap Pertumbuhan *Scenedesmus* Isolat Subang. *Makara Sains*. 11(1):1-9.
- Pujiastuti, A. 2010. Pengaruh Penggunaan Media Yang Berbeda Terhadap Kemampuan Penyerapan Logam Berat Pb (Timbal) Oleh *Tetraselmis* sp. Skripsi. Universitas Lampung.
- Purwitasari, T., Adinda, A. M. Alamsjah dan Rahardja, S. B. 2012. Pengaruh Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. *Journal Of Marine And Coastal Science*. 1(2): 61–70.
- Rizky N. M. 2010. Optimasi Kultivasi Mikroalga Laut *Nannochloropsis oculata* dengan Perlakuan Pupuk Urea untuk Produksi Lemat Nabati. Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang
- Rodolfia, L., G. C. Zittellib., L. Barsantic., G. Rosatid., and M. R. Tredic. 2003. Growth medium recycling in *Nannochloropsis* sp. mass cultivation. *Marine Biotechnology* 20 (4) : 243-248.
- Saeni, M. S. 1989. Kimia Lingkungan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Ditjen Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Samsidar, M. Kasim, dan Salwiyah. 2013. Struktur Komunitas dan Distribusi Fitoplankton di Rawa Aopa Kecamatan Angata Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. 2 (6):109–119.
- Sari, A. M., H. E. Mayasari, Rachimoellah, dan S. Zullaikah. 2013. Pertumbuhan Dan Kandungan Lipida Dari *Botryococcus Braunii* Dalam Media Air Laut jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1 : 1-6.
- Sari, I. P. dan A. Manan. 2012. Pola Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* pada Kultur Skala Laboratorium, Intermediet, dan Masal. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* . Vol. 4 (2): 123 - 127.
- Siregar, A. dan I. Marzuki. 2011. Efisiensi Pemupukan Urea Terhadap Serapan dan Peningkatan Produksi Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 7 (2): 107-112.

Sopiah, N., A. Mulyanto., dan S. Sehabudin. 2012. Pengaruh Kelimpahan Sel Mikroalga Air Tawar (*Chlorella* sp.) Terhadap Penambatan Karbondioksida. Jurnal Teknologi Lingkungan 14 (1) : 1-6.

Standar Nasional Indonesia. 2004. Air dan air limbah–Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. Badan Standardisasi Indonesia. SNI 06-6989.11-2004

Suantika, G., P. Adityawati, D. I. Astuti, dan Y. Sofyan. 2009. Pengaruh Kepadatan Awal Inokulum terhadap Kualitas Kultur *Chaetoceros gracilis* (Schütt) pada Sistem Batch. Jurnal Matematika Dan Sains. 14 (1) :1-8

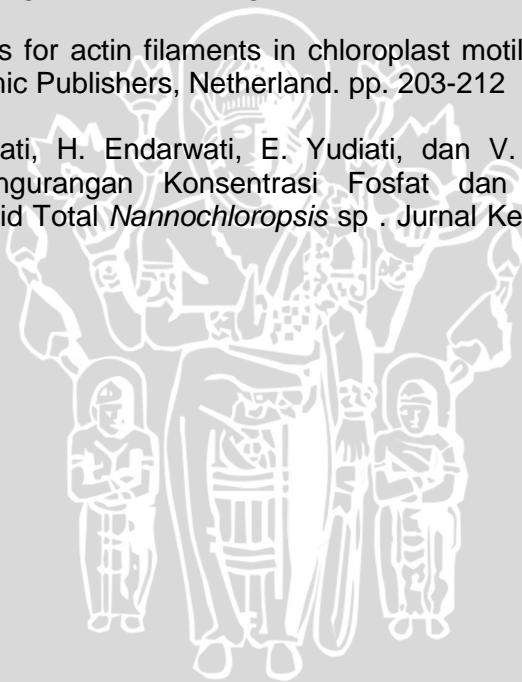
Subarijanti, H. U. 2000. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Alga. IPB. Bogor

Surbakti, S. 2010. Asupan Bahan Makanan Dan Gizi Bagi Atlet Renang. Jurnal Ilmu Keolahragaan Vol.8 (2) : 108-122

Suriawiria, U. 1985. Pengantar Mikrobiologi Umum. Penerbit Angkasa. Bandung.

Takagi, S. 2000. Roles for actin filaments in chloroplast motility and anchoring. Kluwer Academic Publishers, Netherland. pp. 203-212

Widianingsih, R. Hartati, H. Endarwati, E. Yudiati, dan V. R. Iriani . 2011. Pengaruh Pengurangan Konsentrasi Fosfat dan Nitrat Terhadap Kandungan Lipid Total *Nannochloropsis* sp . Jurnal Kelautan 16 (1) : 24-29.

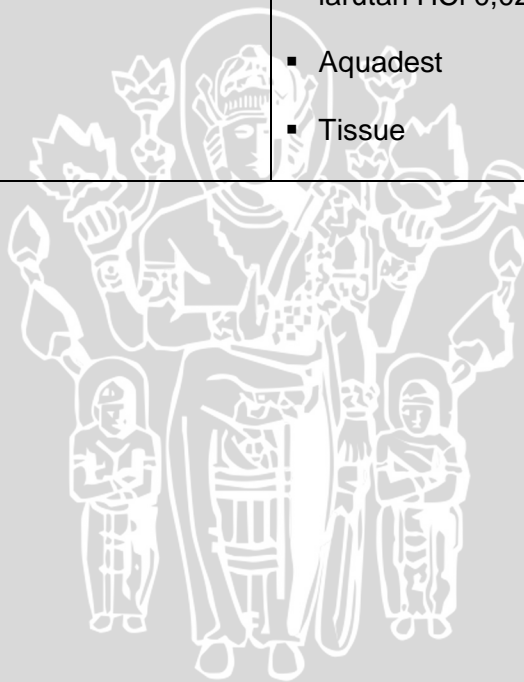


Lampiran 1. Tabel alat dan bahan

Parameter	Alat	Bahan	Unit
Kelimpahan <i>Nannochloropsis oculata</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toples 10 Liter ▪ Aerator ▪ Selang ▪ Batu Aerasi ▪ Mikroskop ▪ Haemocytometer 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Air Laut ▪ Aquadest ▪ Bibit <i>Nannochloropsis oculata</i> ▪ Kain saring ▪ Tissue ▪ Chlorin ▪ Na-Thiosulfat ▪ Chlorin Test ▪ MET ▪ Pupuk Urea 	Sel/ml
Salinitas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reraktometer 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Air dari media kultur <i>Nannochloropsis oculata</i> ▪ Aquadest ▪ Tissue 	ppt
Derajat Keasaman	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH Pen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Air dari media kultur <i>Nannochloropsis oculata</i> ▪ Tissue ▪ Aquadest 	-
Oksigen terlarut	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DO meter 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Air dari media kultur <i>Nannochloropsis oculata</i> 	mg/L

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aquadest ▪ Tissue 	
Karbond ioksida	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erlenmeyer ▪ Gelas Ukur ▪ Buret ▪ Statif ▪ Pipet Tetes ▪ Washing Bottle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Air dari media kultur <i>Nannochloropsis</i> <i>oculata</i> ▪ Aquadest ▪ Tissue ▪ Indikator PP ▪ Na₂CO₂ 	mg/L
Fosfat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beaker Glass ▪ Pipet Volume ▪ Bola Hisap ▪ Gelas Ukur ▪ Cuvet ▪ Spektrofotometer 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Air dari media kultur <i>Nannochloropsis</i> <i>oculata</i> ▪ Aquadest ▪ Tissue ▪ Ammonium molybdate ▪ Larutan SnCl₂ ▪ Kertas Label 	mg/L
Nitrat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cawan Porselin ▪ Gelas Ukur ▪ Pipet Tetes ▪ Pipet Volume ▪ Bola Hisap ▪ Spatula ▪ Cuvet ▪ Hot Plate ▪ Washing Bottle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Air dari media kultur <i>Nannochloropsis</i> <i>oculata</i> ▪ Aquadest ▪ Tissue ▪ Asam fenol disulfonik ▪ Larutan NH₄OH ▪ Kertas Label 	mg/L

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spektrofotometer 		
Protein	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alat destilasi ▪ Labu kjeldahl ▪ Erlenmeyer ▪ Hot Plate ▪ Pipet Tetes ▪ Pipet Volume ▪ Gelas Ukur ▪ Washing Bottle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ K₂SO₄ ▪ Larutan HgO ▪ Larutan H₂SO₄ ▪ air destilata ▪ NaOH 60% ▪ Na₂S₂O₃ 5% ▪ Larutan H₃BO₃ ▪ Indikator BCG-MR ▪ larutan HCl 0,02 N ▪ Aquadest ▪ Tissue 	Persen



Lampiran 2. Kepadatan Sel *Nannochloropsis oculata* (sel/ml).

Perlakuan	Hari Ke							total
	0	1	2	3	4	5	6	
A1	1.000	3.750	7.375	10.750	16.500	25.125	34.750	99.250
A2	1.000	3.375	6.875	10.250	14.625	21.625	29.250	87.000
A3	1.000	2.526	6.125	9.375	15.250	22.625	31.375	88.276
total	3.000	9.651	20.375	30.375	46.375	69.375	95.375	27.4526
rata-rata	1.000	3.217	6.792	10.125	15.458	23.125	31.792	91.509
B1	1.000	3.526	6.250	11.125	17.750	25.625	34.125	99.401
B2	1.000	4.375	8.625	15.875	20.825	28.500	37.875	117.075
B3	1.000	3.875	7.875	13.625	19.750	26.250	35.625	108.000
total	3.000	11.776	22.750	40.625	58.325	80.375	107.625	324.476
rata-rata	1.000	3.925	7.583	13.542	19.442	26.792	35.875	108.158
C1	1.000	2.875	6.125	8.125	15.125	21.625	27.250	82.125
C2	1.000	3.625	6.500	9.625	16.625	25.000	31.625	94.000
C3	1.000	3.125	5.625	9.620	15.250	22.750	30.625	87.995
total	3.000	9.625	18.250	27.370	47.000	69.375	89.500	264.120
rata-rata	1.000	3.208	6.083	9.123	15.667	23.125	29.833	88.040
K1	1.000	3.500	6.375	9.875	13.875	19.125	26.875	80.625
K2	1.000	2.500	5.875	9.000	14.375	20.500	28.000	81.250
K3	1.000	4.125	5.250	8.625	15.000	21.750	29.625	85.375
total	3.000	10.125	17.500	27.500	43.250	61.375	84.500	247.250
rata-rata	1.000	3.375	5.833	9.167	14.417	20.458	28.167	82.417

Keterangan : A = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%

B = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%

C = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%

1,2,3 = Ulangan ke-i

Lampiran 3. Perhitungan Analisa Sidik Ragam dan Uji BNT Kepadatan Sel *N. oculata*.

oculata.

- Perhitungan menggunakan rancangan acak lengkap tersarang

$$FK = \frac{\gamma^2}{abn}$$

$$= \frac{(\sum A + \sum B + \sum C + \sum K)^2}{4 \times 7 \times 3}$$

$$= \frac{(274.526 + 324.476 + 264.120 + 247.250)^2}{84}$$

$$= 14.677.690.219$$

$$JK \text{ Total} = (Aa1)^2 + (Aa2)^2 + \dots + (Ak3)^2 - FK$$

$$= (1.000)^2 + (3.750)^2 + \dots + (29.625)^2 - 14.677.690.219$$

$$= 9.219.832.533$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{(\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum K^2)}{3 \times 7} - FK$$

$$= ((274.526^2 + 324.476^2 + 264.120^2 + 247.250^2) / 21) - 14.677.690.219$$

$$= 157.601.979$$

JK Waktu dalam Perlakuan

$$= \frac{(\sum A1^2 + \sum A2^2 + \dots + \sum K2^2 + \sum K3^2)}{4} - \frac{(\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum K^2)}{3 \times 7}$$

$$= \frac{(99.250^2 + 87.000^2 + \dots + 81.250^2 + 85.375^2)}{4} - \frac{(274.526^2 + 324.476^2 + 264.120^2 + 247.250^2)}{21}$$

$$= 88.109.918$$

$$JK \text{ Galat} = JKT - JKP - JKW(P)$$

$$= 9.219.832.533 - 157.601.979 - 8.974.120.636$$

$$= 147.958.333$$

Tabel Analisa sidik ragam

SK	DB	JK	KT	FHIT	F tabel 5%
A	3	157.601.979	52.533.993	33.389	2.769
B	24	8.974.120.636	373.921.693	237.653	1.713
Galat	56	88.109.918	157.3391,393		
Total	83	9.219.832.533			

Ket : A = perlakuan

B = waktu pengamatan

* = berbeda nyata

**= berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam kepadatan *Nannochloropsis oculata* diketahui bahwa :

1. F hitung (A) > F table, artinya perlakuan pemberian dosis pupuk yang berbeda (urea 100 ppm dan MET 2%; urea 100 ppm dan MET 4% dan urea 100 ppm dan MET 6%) terhadap kepadatan *N. oculata* berbeda nyata pada taraf uji 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf uji 1%. Hal itu berarti terima H_1 dan tolak H_0
2. F hitung (B dalam A) > F table, artinya perbedaan waktu pengamatan terhadap kepadatan *N. oculata* berbeda nyata pada taraf uji 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf uji 1%. Hal itu berarti terima H_1 dan tolak H_0 .

Perhitungan Nilai BNT Perlakuan :

$$\begin{aligned}
 SED &= \frac{\sqrt{2KTG}}{n \text{ (perlakuan)}} \\
 &= \frac{\sqrt{2 \times 1573391,393}}{4}
 \end{aligned}$$

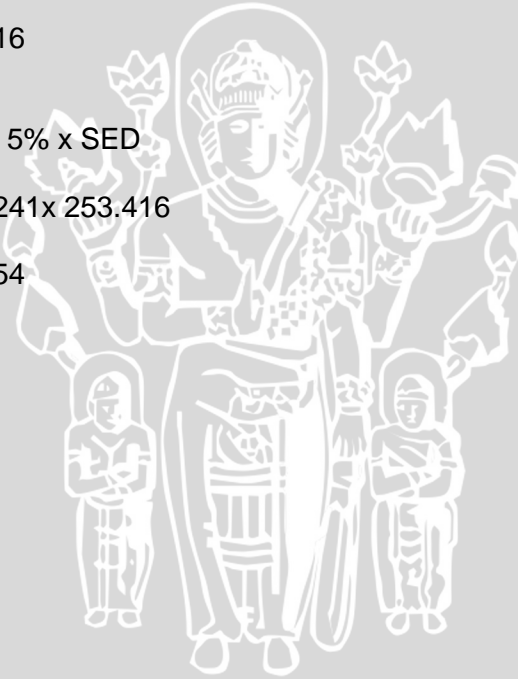
$$= 443.47$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\%} \times \text{SED} \\ &= 2.003241 \times 443.47 \\ &= 888.395 \end{aligned}$$

Perhitungan Nilai BNT Waktu Dalam Perlakuan

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \frac{\sqrt{2} \text{KTG}}{n \text{ (perlakuan)}} \\ &= \frac{\sqrt{2} \times 1573391.393}{7} \\ &= 253.416 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\%} \times \text{SED} \\ &= 2.003241 \times 253.416 \\ &= 507.654 \end{aligned}$$



Lampiran 4.Laju Pertumbuhan *N. oculata* (Sel/Hari).

Perlakuan	Hari Ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
A1	0	2.750	3.625	3.375	5.750	8.625	9.625
A2	0	2.375	3.500	3.375	4.375	7.000	7.625
A3	0	1.526	3.599	3.250	5.875	7.375	8.750
Jumlah	0	6.651	10.724	10.000	16.000	23.000	26.000
rata-rata	0	2.217	3.575	3.333	5.333	7.667	8.667
B1	0	2.526	2.724	4.875	6.625	7.625	8.500
B2	0	3.375	4.250	7.520	4.950	7.675	9.375
B3	0	2.875	4.000	5.750	6.125	6.500	9.375
Jumlah	0	8.776	10.974	18.145	17.700	21.800	27.250
rata-rata	0	2.925	3.658	6.048	5.900	7.267	9.083
C1	0	1.875	3.250	2.000	7.000	6.500	5.625
C2	0	2.625	2.875	3.125	7.000	8.375	6.625
C3	0	2.125	2.500	3.995	5.630	7.500	7.875
Jumlah	0	6.625	8.625	9.120	19.630	22.375	20.125
rata-rata	0	2.208	2.875	3.040	6.543	7.458	6.708
K1	0	2.500	2.875	3.500	4.000	5.250	7.750
K2	0	1.500	3.375	3.125	5.375	6.125	7.500
K3	0	3.125	1.125	3.375	6.375	6.750	7.875
Jumlah	0	7.125	7.375	10.000	15.750	18.125	23.125
rata-rata	0	2.375	2.458	3.333	5.250	6.042	7.708

Keterangan : A = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%

B = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%

C = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%

1,2,3 = Ulangan ke-i

Lampiran 5. Kandungan Protein (%) *N. oculata* setelah perlakuan

Perlakuan	Protein (%)
K1	0,073
K2	0,104
K3	0,086
Rata-rata	0,088
A1	0,179
A2	0,16
A3	0,161
Rata-rata	0,167
B1	0,218
B2	0,228
B3	0,227
Rata-rata	0,224
C1	0,123
C2	0,151
C3	0,161
Rata-rata	0,435

Keterangan : A = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%

B = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%

C = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%

1,2,3 = Ulangan ke-i

Lampiran 6.Perhitungan Analisa Sidik Ragam dan Uji BNT Kandungan Protein N.

oculata.

$$FK = \frac{\gamma^2}{an}$$

$$= \frac{(\sum A + \sum B + \sum C + \sum K)^2}{4 \times 3}$$

$$= \frac{(0,501 + 0,673 + 0,435 + 0,263)^2}{12}$$

$$= 0,292$$

$$JK \text{ Total} = (Aa1)^2 + (Aa2)^2 + \dots + (Ak3)^2 - FK$$

$$= (0,179)^2 + (0,161)^2 + \dots + (0,086)^2 - 0,292$$

$$= 0,030$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{(\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum K^2)}{3 \times 4} - FK$$

$$= ((0,501^2 + 0,673^2 + 0,435^2 + 0,263^2)/12) - 0,292$$

$$= 0,028$$

$$JK \text{ Galat} = JKT - JKP$$

$$= 0,030 - 0,028$$

$$= 0,00153$$

Tabel Analisa sidik ragam

SK	DB	JK	KT	FHIT	F tabel 5%
A	3	0,028743	0,009581	49,85718	0,113055
Galat	8	0,001537	0,000192		
Total	11	0,03028			

Ket : A = perlakuan

B = waktu pengamatan

* = berbeda nyata

**= berbeda sangat nyata



Berdasarkan hasil analisa sidik ragam kepadatan *Nannochloropsis oculata* diketahui bahwa :

1. F hitung (A) > F table, artinya perlakuan pemberian dosis pupuk yang berbeda (urea 100 ppm dan MET 2 %; urea 100 ppm dan MET 4% dan urea 100 ppm dan MET 6%) berbeda nyata pada taraf uji 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf uji 1% terhadap protein *N. oculata*.
kesimpulannya terima H_1 dan tolak H_0

Perhitungan Nilai BNT Perlakuan :

$$SED = \frac{\sqrt{2 KTG}}{n \text{ (perlakuan)}}$$

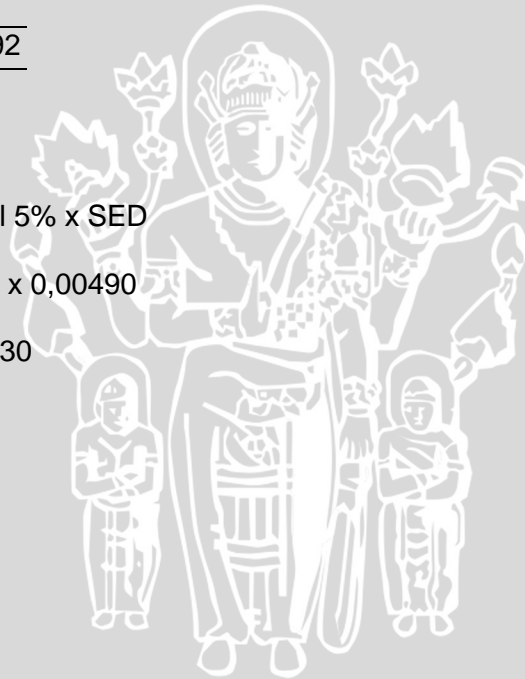
$$= \frac{\sqrt{2 \times 0,000192}}{4}$$

$$= 663.683$$

$$BNT \ 5\% = t \text{ tabel } 5\% \times SED$$

$$= 0,113 \times 0,00490$$

$$= 0,01130$$



Lampiran 7. Perhitungan Kandungan Protein tiap Sel *N. oculata* (mg/sel)

$$P_n = \frac{P_t}{W \times K} \times D$$

Keterangan : P_n = Protein tiap sel *N. oculata*

P_t = Protein Total *N. oculata*

W = Berat Total *N. oculata* waktu panen

K = Kelimpahan Total *N. oculata*

D = Dosis pupuk yang diberikan

Perhitungan kandungan protein tiap sel (mg/sel) pada masing-masing perlakuan sebagai berikut:

A1 : $P_n = \frac{P_t}{W \times K} \times D$

$$P_n = \frac{0,179/100}{50,74 \times 99250} \times 200/1000$$

$$P_n = 7,11^{-11}$$

A2 : $P_n = \frac{0,161/100}{46,89 \times 87.000} \times 200/1000$

$$P_n = 7,98^{-11}$$

A3 : $P_n = \frac{0,161/100}{43,97 \times 88276} \times 200/1000$

$$P_n = 8,30^{-11}$$

B1 : $P_n = \frac{0,218/100}{51,22 \times 99.410} \times 300/1000$

$$P_n = 1,28^{-10}$$

B2 : $P_n = \frac{0,228/100}{54,01 \times 117.075} \times 300/1000$

$$P_n = 1,08^{-10}$$

B3 : $P_n = \frac{0,227/100}{53,92 \times 108.000} \times 300/1000$

$$P_n = 1,17^{-10}$$

$$C1 : P_n = \frac{0.123/100}{41.76 \times 82.125} \times 400/1000$$

$$P_n = 1.43^{-10}$$

$$C2 : P_n = \frac{0.151/100}{45.10 \times 94.000} \times 400/1000$$

$$P_n = 1.42^{-10}$$

$$C3 : P_n = \frac{0.161/100}{47.91 \times 87.995} \times 400/1000$$

$$P_n = 1.53^{-10}$$

$$K1 : P_n = \frac{0.073/100}{33.27 \times 80.625} \times 1/1000$$

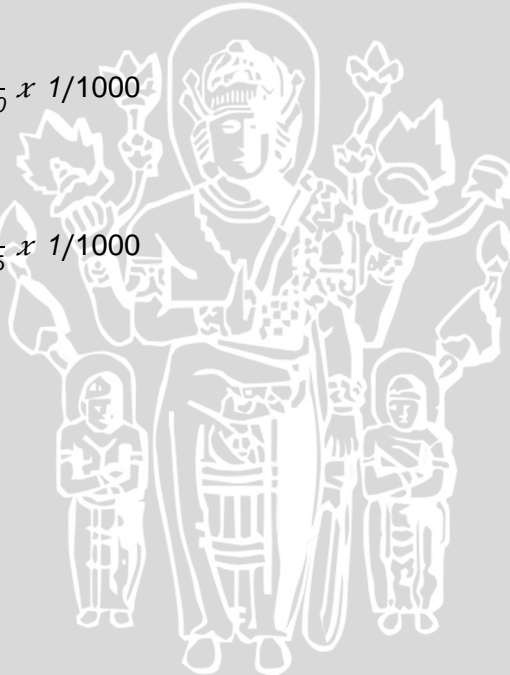
$$P_n = 2.72^{-13}$$

$$K2 : P_n = \frac{0.104/100}{40.48 \times 81.250} \times 1/1000$$

$$P_n = 3.16^{-13}$$

$$K3 : P_n = \frac{0.086/100}{39.25 \times 85.375} \times 1/1000$$

$$P_n = 2.57^{-13}$$



Lampiran 8. Pengamatan Suhu Air (°C) Kultur *N. oculata*

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
K1	25	25	25	26	26	26	25,5
K2	25	25	25	26	26	26	25,5
K3	25	25	25	26	26	26	26,5
Rata-rata	25	25	25	26	26	26	25,5
A1	25	25	25	26	26	26	25,5
A2	25	25	25	26	26	26	25,5
A3	25	25	25	26	26	26	26,5
Rata-rata	25	25	25	26	26	26	25,5
B1	25	25	25	26	26	26	25,5
B2	25	25	25	26	26	26	25,5
B3	25	25	25	26	26	26	25,5
Rata-rata	25	25	25	26	26	26	25,5
C1	25	25	25	26	26	26	25,5
C2	25	25	25	26	26	26	25,5
C3	25	25	25	26	26	26	25,5
Rata-rata	25	25	25	26	26	26	25,5

Keterangan : A = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%

B = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%

C = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%

1,2,3 = Ulangan ke-i



Lampiran 9. Pengamatan Salinitas (ppt) Kultur *N. oculata*

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-					
	1	2	3	4	5	6
K1	30	30	31	31	32	32
K2	30	30	31	31	32	32
K3	30	30	31	31	32	32
Rata-rata	30	30	31	31	32	32
A1	30	30	31	31	32	32
A2	30	30	31	31	32	32
A3	30	30	31	31	32	32
Rata-rata	30	30	31	31	32	32
B1	30	30	31	31	32	32
B2	30	30	31	31	32	32
B3	30	30	31	31	32	32
Rata-rata	30	30	31	31	32	32
C1	30	30	31	31	32	32
C2	30	30	31	31	32	32
C3	30	30	31	31	32	32
Rata-rata	30	30	31	31	32	32

Keterangan : A = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%

B = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%

C = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%

1,2,3 = Ulangan ke-i

Lampiran 10. Pengamatan pH Kultur *N. oculata*

Perlakuan	Hari Ke-						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
K1	7,52	7,57	7,55	7,58	7,65	7,76	7,61
K2	7,50	7,54	7,57	7,57	7,71	7,83	7,62
K3	7,31	7,32	7,35	7,38	7,40	7,41	7,36
Rata-rata	7,44	7,48	7,49	7,51	7,59	7,67	7,53
A1	7,89	7,91	7,88	7,95	8,11	8,19	7,99
A2	7,92	7,92	7,94	7,98	8,07	8,12	7,99
A3	7,47	7,45	7,51	7,60	7,68	7,73	7,57
Rata-rata	7,8	7,8	7,8	7,8	8,0	8,0	7,87
B1	8,15	8,14	8,19	8,26	8,21	8,23	8,20
B2	7,74	7,76	7,79	7,83	7,89	7,94	7,83
B3	8,11	8,13	8,21	8,25	8,31	8,35	8,23
Rata-rata	8,0	8,0	8,1	8,1	8,1	8,2	8,08
C1	8,03	7,82	7,89	7,92	7,96	8,08	7,95
C2	7,96	7,98	7,99	7,84	7,87	7,96	7,93
C3	7,91	7,90	7,94	7,99	8,09	8,23	8,01
Rata-rata	7,97	7,90	7,94	7,92	7,97	8,09	7,97

Keterangan : A = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%

B = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%

C = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%

1,2,3 = Ulangan ke-i

Lampiran 11. Pengamatan Oksigen terlarut (mg/l) Kultur *N. oculata*

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
K1	6,81	7,12	6,97	7,26	7,51	7,56	7,21
K2	6,76	7,09	7,22	7,25	7,36	7,40	7,18
K3	6,79	7,17	7,25	7,41	7,50	7,53	7,28
Rata-rata	6,79	7,13	7,15	7,31	7,46	7,50	7,22
A1	6,85	7,72	7,88	7,79	7,95	7,94	7,69
A2	7,49	7,56	7,52	7,62	7,57	7,31	7,51
A3	7,60	7,71	7,70	7,77	7,74	7,80	7,72
Rata-rata	7,31	7,66	7,70	7,73	7,75	7,68	7,64
B1	7,87	7,69	7,90	7,93	7,91	7,73	7,84
B2	7,77	7,76	7,81	7,89	7,88	7,91	7,84
B3	7,90	7,84	8,11	7,94	7,81	7,09	7,78
Rata-rata	7,85	7,76	7,94	7,92	7,87	7,58	7,82
C1	7,53	7,61	7,63	7,71	7,64	7,85	7,66
C2	7,41	7,53	7,55	7,66	7,57	7,52	7,54
C3	7,89	7,79	7,90	7,92	7,93	7,64	7,85
Rata-rata	7,6	7,6	7,7	7,8	7,7	7,7	7,68

Keterangan : A = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%

B = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%

C = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%

1,2,3 = Ulangan ke-i

Lampiran 12. Pengamatan Fosfat (mg/l) Kultur *N. oculata*

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-		Rata-Rata
	1	6	
K1	0,253	0,179	1,046
K2	0,214	0,149	0,739
K3	0,222	0,201	0,447
Rata-rata	0,230	0,176	0,744
A1	0,076	0,025	0,346
A2	0,083	0,031	0,292
A3	0,091	0,020	0,391
Rata-rata	0,083	0,025	0,343
B1	0,164	0,041	0,699
B2	0,148	0,053	0,814
B3	0,153	0,070	0,822
Rata-rata	0,155	0,055	0,778
C1	0,213	0,069	0,965
C2	0,220	0,072	0,882
C3	0,205	0,064	0,954
Rata-rata	0,213	0,068	0,934

Keterangan : A = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%

B = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%

C = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%

1,2,3 = Ulangan ke-i

Lampiran 13. Pengamatan Nitrat (mg/l) Kultur *N. oculata*

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-		Rata-rata
	1	6	
K1	1,089	0,495	0,792
K2	1,027	0,755	0,891
K3	0,854	0,903	0,8785
Rata-rata	0,990	0,718	0,854
A1	0,730	0,569	0,6495
A2	0,433	0,421	0,427
A3	0,73	0,483	0,6065
Rata-rata	0,631	0,491	0,561
B1	0,854	0,743	0,7985
B2	0,978	0,619	0,7985
B3	1,064	0,73	0,897
Rata-rata	0,965	0,697	0,831
C1	0,792	0,693	0,7425
C2	1,064	0,532	0,798
C3	0,941	0,891	0,916
Rata-rata	0,932	0,705	0,819

Keterangan : A = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%

B = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%

C = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%

1,2,3 = Ulangan ke-i

Lampiran 14, Pengamatan CO₂ (mg/l) Kultur *N. oculata*

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-		Rata-rata
	1	6	
K1	43,9	25,9	34,9
K2	35,9	15,9	25,9
K3	39,9	19,9	29,9
Rata-rata	39,9	20,6	60,5
A1	39,9	11,9	25,9
A2	43,9	15,9	29,9
A3	31,9	15,9	23,9
Rata-rata	38,6	14,6	26,6
B1	35,9	23,9	29,9
B2	31,9	19,9	25,9
B3	27,9	27,9	27,9
Rata-rata	31,9	23,9	27,9
C1	39,9	7,9	23,9
C2	35,9	11,9	23,9
C3	43,9	7,9	25,9
Rata-rata	39,9	9,2	24,55

Keterangan : A = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 2%

B = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 4%

C = Perlakuan Pupuk Urea 100 ppm; MET 6%

1,2,3 = Ulangan ke-i

Lampiran 15, Perhitungan Dosis Pupuk

Perhitungan dosis kandungan Nitrogen pupuk urea, dalam pupuk urea mengandung 46% nitrogen maka perhitungan dosis sebagai berikut :

- **100 ppm**

$$100/46 \times 100 \text{ ppm}$$

$$2,17 \times 100 = 217$$

$$217 / 1000 = 0,217 \text{ gram/L}$$

$$5 \text{ liter} \times 0,217 = 1,085 \text{ gram}$$

Perhitungan dosis kandungan nitrogen dalam MET :

- **2% MET**

$$2/100 \times 5000 \text{ ml} = 100 \text{ ml}$$

- **4% MET**

$$4/100 \times 5000 \text{ ml} = 200 \text{ ml}$$

- **6% MET**

$$6/100 \times 5000 \text{ ml} = 300 \text{ ml}$$



Lampiran 16, Dokumentasi Penelitian



a. Persiapan Kultur



b. Kultur Hari ke-0



c. Kultur hari ke-6



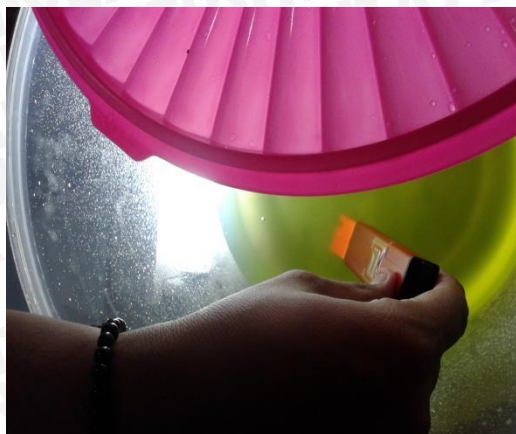
d. Pembuatan MET



e. bibit *N. oculata*



f. pengukuran Salinitas



g. Pengukuran pH



h. DO meter



i. Pengukuran orthofosfat



j. Pengukuran Nitrat



k. Perhitungan Kepadatan
N. oculata



l. Uji CO₂



m. Alat destilasi protein



n. alat destruksi protein

