

PENGARUH PEMBERIAN PUPUK CAIR TERHADAP PERTUMBUHAN  
*Nannochloropsis* sp.

SKRIPSI  
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Oleh:  
REDITA AYU ETISONA  
NIM. 115080506111001



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2015

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK CAIR TERHADAP PERTUMBUHAN  
*Nannochloropsis* sp.**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

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

Oleh:  
**REDITA AYU ETISONA**  
**NIM. 115080506111001**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2015**



SKRIPSI

PENGARUH PEMBERIAN PUPUK CAIR TERHADAP PERTUMBUHAN  
*Nannochloropsis sp.*

Oleh:

REDITA AYU ETISONA  
NIM. 115080506111001

Telah dipertahankan di depan pengaji  
pada tanggal : 18 Juni 2015  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Pengaji I

(Dr. Ir. Maftuch, M.Si)  
NIP. 19660825 199203 1 001

Dosen Pengaji II

(Dr. Ir. Abd. Rahem Faqih, M.Si)  
NIP. 19671010 199702 1 001

25 JUN 2015

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Arning W. Ekawati, M.S)  
NIP. 19620805/198603 2 001

Dosen Pembimbing II

(Ir. Ellana Sanoesi, MP)  
NIP. 19630924 199803 2 002

25 JUN 2015



### 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 menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Juni 2015

Mahasiswa

Redita Ayu Etisona



## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibunda, ayahanda, dan adik tercinta, atas motivasi dan doanya selama ini
2. Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS sebagai dosen pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberikan saran dalam penelitian hingga penyusunan laporan tugas akhir
3. Ir. Ellana Sanoesi, MP sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberikan saran dalam penelitian hingga penyusunan laporan tugas akhir
4. Bapak H. Syarif Mbuinga, S.Pd, MM. Selaku Bupati Kabupaten Pohuwato yang telah banyak membantu dari pelaksanaan tes masuk PTN hingga penyusunan tugas akhir
5. Sahabat seperantauan yang telah banyak memberikan bantuan dan pengertian selama empat tahun di Malang, Yeltin Sompah.
6. Adik-adikku yang selalu memberi semangat : Dewi Jariyani dan Desy Safitri
7. Teman - teman Tim Penelitian : Ifaaf Maziyyah dan Lini Murni atas kerjasama dan kebersamaannya
8. Teman- teman yang selalu membantu semuanya : Nur Hajijah dan Reza Septiana Saputri
9. Teman – teman AS 2011, atas kebersamaannya

Malang, Juni 2015

Penulis



## RINGKASAN

**REDITA AYU ETISONA.** Skripsi tentang Pengaruh Pemberian Pupuk Cair terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. (dibawah bimbingan Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS. dan Ir. Ellana Sanoesi, MP.)

---

Pakan merupakan salah satu faktor pembatas bagi organisme yang dibudidayakan. Sebagian besar stadia awal larva ikan (*finfish, non fish*) memerlukan pakan alami fitoplankton dan zooplankton. Usaha pemberian udang dan ikan adalah salah satu usaha yang nyata membutuhkan ketersediaan pakan alami secara terus menerus, bernilai gizi tinggi, murah, serta penggunaannya yang efektif guna meningkatkan produksi benih yang maksimal. Jenis fitoplankton yang menjadi andalan dalam pemeliharaan larva ikan adalah *Nannochloropsis* sp. karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dibandingkan fitoplankton yang lain.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk cair “PEMIMPIN SPOK” terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dan untuk mengetahui dosis pemberian pupuk cair “PEMIMPIN SPOK” yang optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan yaitu perlakuan A dengan dosis pupuk sebesar 3.5 ml/l, perlakuan B sebesar 4.5 ml/l, perlakuan C sebesar 5.5 ml/l, dan perlakuan D sebesar 6.5 ml/l, masing – masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini meliputi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp., laju pertumbuhan spesifik *Nannochloropsis* sp. dan Biomassa *Nannochloropsis* sp., dari pengamatan laju pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. didapatkan hasil dosis optimal sebesar 3.84 ml/l dengan laju pertumbuhan sebesar 0.273, sedangkan untuk Biomassa *Nannochloropsis* sp. didapatkan dosis optimal sebesar 4.49 ml/l dengan Biomassa sebesar 3.231 g/l. Pada pengukuran kualitas air diperoleh hasil suhu, pH, DO, Salinitas, Nitrat, Fosfat masih dalam kisaran normal. Dari hasil penelitian ini disarankan untuk menggunakan Pupuk cair dengan dosis sebesar 3.84 ml/l agar mendapatkan laju pertumbuhan yang optimal pada kultur *Nannochloropsis* sp.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat serta karunia-Nya, penulis dapat menyajikan Laporan Skripsi yang berjudul "Pengaruh Pemberian Pupuk Cair terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. di bawah bimbingan Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS selaku pembimbing I yang dan Ir. Ellana Sanoesi, MP selaku pembimbing II. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelas Sarjana Perikanan pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga dibutuhkan kritik dan saran yang membangun untuk menciptakan karya yang lebih baik lagi. Penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penyusunan laporan ini.

Malang, Juni 2015

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Hipotesis .....	3
1.5 Kegunaan Penelitian .....	3
1.6 Tempat dan waktu Penelitian .....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Biologi <i>Nannochloropsis</i> sp. ....	4
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi .....	4
2.1.2 Perkembangbiakan <i>Nannochloropsis</i> sp. ....	5
2.2 Fase pertumbuhan mikroalga .....	5
2.2.1 Fase Adaptasi .....	6
2.2.2 Fase Eksponensial .....	6
2.2.3 Fase Stasioner .....	6
2.2.4 Fase Kematian .....	7
2.3 Unsur Makro dan Mikro Nutrien .....	7
2.3.1 Unsur Makro Nutrien .....	7
2.3.2 Unsur Mikro Nutrien .....	8
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> sp. ....	8
2.5 Biomassa <i>Nannochloropsis</i> sp. ....	9
2.6 Pupuk .....	9
2.6.1 Pupuk Organik .....	9
2.6.2 Pupuk Anorganik .....	10
<b>3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>11</b>
3.1 Alat dan Bahan Penelitian .....	11
3.1.1 Alat Penelitian .....	11
3.1.2 Bahan Penelitian .....	11
3.2 Media Penelitian .....	12
3.3 Metode Penelitian .....	12
3.4 Rancangan Percobaan Penelitian .....	12
3.5 Prosedur Penelitian .....	13
3.5.1 Persiapan Penelitian .....	13
3.5.2 Pelaksanaan Penelitian .....	15
3.6 Parameter yang diukur .....	16
3.6.1 Parameter Utama .....	16
3.6.2 Parameter Penunjang .....	17

3.7 Analisis Data .....	19
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>20</b>
4.1 Pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> sp. ....	20
4.2 Laju pertumbuhan Spesifik .....	22
4.3 Biomassa kering .....	25
4.4 Kualitas Air .....	27
4.4.1 Suhu .....	27
4.4.2 pH .....	28
4.4.3 Salinitas .....	28
4.4.4 Cahaya .....	28
4.4.5 Nitrat .....	28
4.4.6 Fosfat .....	29
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>30</b>
5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran .....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>34</b>



## DAFTAR GAMBAR

**Gambar****Halaman**

- |  |    |
|--|----|
| 1. Koloni <i>Nannochloropsis</i> sp. ....  | 4  |
| 2. Morfologi <i>Nannochloropsis</i> sp. ....   | 5  |
| 3. Fase Pertumbuhan Fitoplankton ....  | 6  |
| 4. Denah Percobaan ....  | 13 |
| 5. Grafik Rerata Pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> sp. (Sel/ml) Setiap Hari Pada Masing-masing Perlakuan .... | 20 |
| 6. Morfologi <i>Nannochloropsis</i> sp. yang Diamati Menggunakan Mikroskop dengan Perbesaran 10x ....          | 22 |
| 7. Hubungan Antara Pemberian Dosis Pupuk Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik <i>Nannochloropsis</i> Sp. ....    | 24 |
| 8. Hubungan Antara Pemberian Dosis Pupuk Terhadap Biomassa Kering <i>Nannochloropsis</i> Sp. ....              | 26 |



**DAFTAR TABEL****Tabel**

	<b>Halaman</b>
1. Rerata Laju Pertumbuhan Spesifik <i>Nannochoropsis</i> sp. ....	22
2. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik <i>Nannochoropsis</i> sp. ...	23
3. Hasil Uji BNT Laju Pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> sp. ....	23
4. Rerata Biomassa Kering <i>Nannochoropsis</i> sp. (g/l) .....	25
5. Sidik Ragam Biomassa Kering <i>Nannochoropsis</i> sp. ....	25
6. Hasil Uji BNT Biomassa Kering <i>Nannochoropsis</i> sp .....	26



**DAFTAR LAMPIRAN****Lampiran**

	<b>Halaman</b>
1. Alat dan Bahan yang Digunakan untuk Penelitian .....	34
2. Data Pertumbuhan <i>Nannochoropsis</i> Sp. Selama Pemeliharaan.	36
3. Data Hasil Perhitungan Laju Pertumbuhan Spesifik <i>Nannochoropsis</i> Sp. ....	37
4. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov ( $p>0.05$ ) Laju Pertumbuhan Spesifik <i>Nannochloropsis</i> sp. ....	38
5. Perhitungan Statistik Laju Pertumbuhan Spesifik <i>Nannochoropsis</i> sp. ....	39
6. Data Biomassa Kering <i>Nannochloropsis</i> sp. ....	45
7. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnor ( $p>0.05$ ) Biomassa Kering <i>Nannochloropsis</i> sp. ....	46
8. Perhitungan Statistik Biomassa Kering <i>Nannochoropsis</i> sp. (g/l)	47
9. Data Pengukuran Suhu (°C) selama Pemeliharaan .....	53
10. Data Pengukuran pH selama Pemeliharaan .....	54
11. Data Pengukuran Nitrat selama Pemeliharaan.....	55
12. Data Pengukuran Fosfat selama Pemeliharaan .....	56
13. Data Pengukuran DO selama Pemeliharaan.....	57



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan kualitas dan kuantitas produksi ikan semakin digalakkan oleh pemerintah guna memenuhi kebutuhan protein hewani penduduk, menambah pendapatan petani ikan dan mengembangkan agribisnis yang dapat memberikan pendapatan bagi negara. Salah satu upaya yang dilakukan dalam peningkatan tersebut adalah penyediaan benih ikan secara kontinyu. Kegiatan tersebut tidak terlepas dari faktor-faktor penunjang antara lain masalah pakan (Handajani, 2006).

Pakan merupakan salah satu faktor pembatas bagi organisme yang dibudidayakan. Sebagian besar stadia awal larva ikan (*finfish, non fish*) memerlukan pakan alami fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton sangat dibutuhkan dalam kegiatan budidaya yang bersifat komersial, seperti pada jenis ikan yang masih larva maupun dewasa (Sari dan Manan, 2012). Fitoplankton Sebagai produsen primer, ketersediaannya dituntut untuk mampu menopang perputaran siklus produksi budidaya ikan karena dijadikan sebagai pakan pada budidaya zooplankton dan penyangga kualitas air (Dayanto, et al., 2013).

Usaha pemberian udang dan ikan adalah salah satu usaha yang nyata membutuhkan ketersediaan pakan alami secara terus menerus, bernilai gizi tinggi, murah, serta penggunaannya yang efektif guna meningkatkan produksi benih yang maksimal. Menurut Rield (2009) dalam Dayanto, et al. (2013), jenis fitoplankton yang menjadi andalan dalam pemeliharaan larva ikan adalah *Nannochloropsis* sp. karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dibandingkan fitoplankton yang lain. Kandungan nutrisi tersebut meliputi protein 52,11%,

karbohidrat 16,00%, lemak 27,65%, EPA 30,50%, total ω3-HUFA 42,70%, vitamin C 0,85%, dan klorofil α 0,89%.

Permasalahan dalam budidaya *Nannochloropsis* sp. adalah kebutuhan nutrien yang berasal dari pupuk teknis yang mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan pupuk alternatif dengan harga ekonomis dan sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Pupuk cair “PEMIMPIN SPOK” (Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Ikan sebagai Pupuk Organik dalam Kegiatan Agrokompleks) merupakan salah satu produk pupuk cair yang tersusun atas unsur-unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Kandungan dari pupuk cair “PEMIMPIN SPOK” yaitu 2,83% C organik, 0,41 N total, C/N 7, BO 4,89, P sebesar 0,21 dan K 0,28%.

## 1.2 Rumusan Masalah

Jenis fitoplankton yang menjadi andalan dalam pemeliharaan larva ikan adalah *Nannochloropsis* sp. karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dibandingkan dengan fitoplankton yang lain. *Nannochloropsis* sp. membutuhkan nutrien dalam pertumbuhannya, sehingga dibutuhkan pupuk yang memiliki sumber nutrien lengkap. Pupuk cair yang digunakan merupakan pupuk organik yang berasal dari pengolahan limbah ikan dan memiliki nutrisi yang tinggi. Pada penelitian ini terdapat rumusan masalah sebagai berikut :

- Bagaimana pengaruh penambahan pupuk cair terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.
- Berapa dosis pemberian pupuk cair yang optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



- Mengetahui pengaruh pemberian pupuk cair terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.
- Mengetahui dosis pemberian pupuk cair yang optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

#### 1.4 Hipotesis

$H_0$ : Diduga dengan pemberian pupuk cair dengan dosis yang berbeda tidak mempengaruhi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

$H_1$ : Diduga dengan pemberian pupuk cair dengan dosis yang berbeda dapat mempengaruhi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

#### 1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai informasi tentang pengaruh pemberian pupuk cair terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dan sebagai informasi tentang penggunaan dosis yang optimal terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

#### 1.6 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi Ikan dan Laboratorium Hidrobiologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang pada 25 Maret – 05 April 2015



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

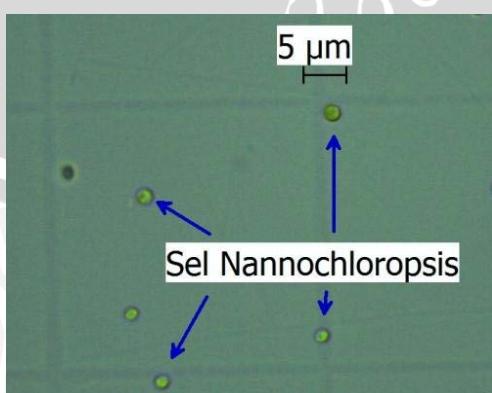
### 2.1 Biologi *Nannochloropsis* sp.

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi *Nannochloropsis* sp.

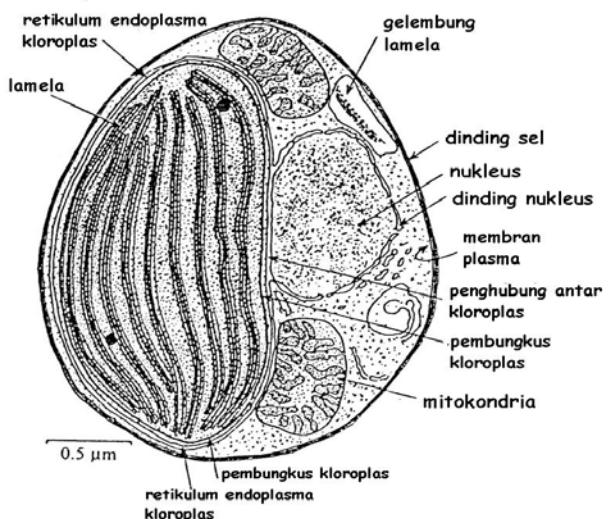
Klasifikasi *Nannochloropsis* sp. menurut Garofalo (2009) dalam Rusyani (2012), adalah sebagai berikut:

Kingdom	:	Protista
Super Divisi	:	Eukaryotes
Divisi	:	Chromophyta
Kelas	:	Eustigmatophyceae
Ordo	:	Eustigmatales
Familia	:	Monodopsidaceae
Genus	:	<i>Nannochloropsis</i>
Spesies	:	<i>Nannochloropsis</i> sp.

koloni *Nannochloropsis* sp. (Gambar 1) berukuran 2 – 4  $\mu\text{m}$ , berwarna hijau, memiliki dinding sel, mitokondria , kloroplast, dan nukleus yang dilapisi membran (Gambar 2). *Nannochloropsis* sp. termasuk jenis alga yang dapat berfotosintesis karena memiliki klorofil-a, karakteristik organisme ini ialah memiliki dinding sel yang terbuat dari komponen selulosa (Rusyani, 2012).



Gambar 1. Koloni *Nannochloropsis* sp. (Fajrin, 2014)



**Gambar 2. Morfologi *Nannochloropsis* sp. (Hoek et al., 1998 dalam Fajrin, 2014)**

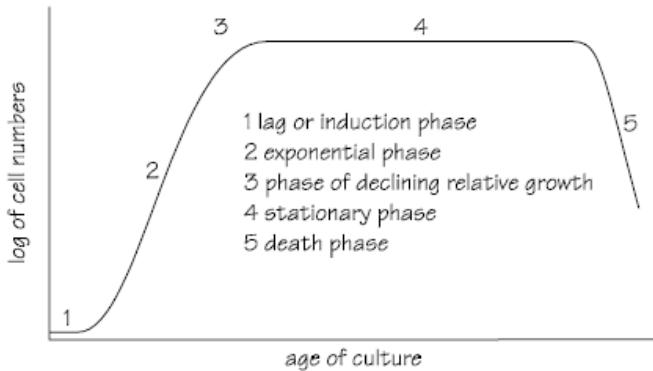
### 2.1.2 Perkembangbiakan *Nannochloropsis* sp.

Perkembangbiakan *Nannochloropsis* sp. melalui pembelahan sel, hal inilah yang membuat pertumbuhannya menjadi cepat. Pengkayaan kandungan unsur hara pada kultur melalui pemupukan dapat meningkatkan kepadatan sel (Octhreeani et al., 2014). *Nannochloropsis* sp. memiliki kemampuan berkembang biak hanya dengan menggunakan sinar matahari, karbondioksida, dan air laut. *Nannochloropsis* sp. bisa tumbuh dengan kerapatan sel yang tinggi yaitu 50 dan 27,5 g/L dalam kondisi autothropik. Kepadatan optimum yang dapat dapat dicapai untuk skala laboratorium 50-60 juta sel/ml, skala semi massal 20-25 juta sel/ml, dan massal 15-20 juta sel/ml dengan masa kultur 4-7 hari (Widyaningrum, et al., 2013 dan Fachrullah, 2011).

## 2.2 Fase Pertumbuhan Mikroalga

Pertumbuhan fitoplankton pada saat budidaya secara visual ditandai dengan adanya perubahan warna air, perubahan tersebut menjadi indikasi dari meningkatnya ukuran sel dan bertambah banyaknya jumlah sel yang secara langsung berpengaruh terhadap kepadatan plankton. Terdapat 4 fase

pertumbuhan pada fitoplankton (Gambar 3) yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner, dan fase kematian



**Gambar 3. Fase Pertumbuhan Fitoplankton (Lavens dan Sorgeloos, 1996)**

### 2.2.1 Fase Adaptasi

Pada fase adaptasi terjadi pertumbuhan yang lambat karena alokasi energy dipusatkan untuk penyebaran diri terhadap media kultur dan untuk pemeliharaan sehingga hanya sebagian kecil bahkan tidak ada energy yang digunakan untuk pertumbuhan. Fase adaptasi *Nannochloropsis oculata* terjadi sangat singkat yaitu sebelum 24 jam (Utomo, et al., 2005).

### 2.2.2 Eksponensial

Fase eksponensial ditandai dengan meningkatnya pembelahan sel. Fase eksponensial terjadi ketika nutrien, pH dan intensitas cahaya pada medium masih dapat memenuhi kebutuhan fisiologis *nannochloropsis oculata* sehingga dalam fase ini sel masih memiliki kemampuan bereproduksi sehingga populasi masih bertambah (Suantika dan Hendrawandi, 2009).

### 2.2.3 Fase Stasioner

Fase stasioner merupakan fase dimana laju kematian sama dengan laju reproduksi sehingga populasi menjadi tetap untuk sementara waktu (Purwitasari, et al., 2012). Produksi pada fase stasioner juga tergantung pada kondisi alami

dari faktor-faktor yang membatasi pertumbuhan seperti keseimbangan antara nutrisi yang tersedia dengan jumlah sel dimedia kultur (Rusyani, 2001 dan Hermanto, *et al.*, 2011).

#### 2.2.4 Fase Kematian

Fase kematian merupakan penurunan jumlah organisme kultur setelah melewati fase stasioner (Hermanto, *et al.*, 2011). Fase kematian ditandai dengan terjadinya pengurangan sel. Kematian sel dapat disebabkan oleh mulai berkurangnya nutrisi yang tersedia sehingga tidak mampu mendukung pertumbuhan sel, penurunan kualitas air, dan akumulasi metabolit ( $\text{NO}_2^-$  dan  $\text{NH}_4^+$ ) (Suantika dan Hendrawandi, 2009).

### 2.3 Unsur Makro dan Mikro Nutrien

#### 2.3.1 Unsur Makro Nutrien

##### a. Nitrogen

Nitrogen merupakan hara makro utama tanaman yang dapat mempercepat pertumbuhan vegetatif (Nasaruddin dan Rosmawati, 2011). Nitrogen merupakan nutrisi yang paling banyak membatasi pertumbuhan dan produksi tanaman di daerah tropis, dan penggunaannya secara efisien dan bijaksana merupakan faktor penting bagi keberlanjutan sistem produksi tanaman (Fageria dan Baligar, 2005).

Unsur utama di perairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton dan alga lainnya adalah nitrat (Amanta, *et al.*, 2012). Konsentrasi N yang tinggi pada  $\text{NaNO}_3$  merupakan unsur yang paling penting difase pertumbuhan eksponensial pada media pertumbuhan fitoplankton. Kandungan nitrat  $>0,2 \text{ mg/L}$  telah cukup untuk memacu dan menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (Fajrin 2014).

## b. Fosfat

Fitoplankton membutuhkan fosfat untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Selain dari media sumber fosfat juga berasal dari dekomposisi sel alga yang telah mati (Utomo, et al., 2005). Unsur P sangat dibutuhkan dalam proses protoplasma dan inti sel. Fosfor sangat berperan nyata dalam semua aktivitas kehidupan fitoplankton. Fosfor yang dibutuhkan untuk kultur fitoplankton dapat diperoleh dari :  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{Ca}_3\text{PO}_4$ , TSPP dan lain-lain (Rusyani 2012).

Konsentrasi fosfat yang terdapat dalam media kultur dapat mempengaruhi kandungan lipid pada mikroalga. Kadar fosfat dan nitrogen yang terlalu rendah dapat menyebabkan protein terpecah menjadi asam amino yang kemudian membentuk asetil-koA sehingga dapat menyebabkan meningkatnya kadar lipid (Sartika, et al., 2014).

### 2.3.2 Unsur Mikro Nutrien

Unsur mikro nutrien merupakan unsur hara yang diperlukan dalam jumlah sedikit, akan tetapi perannya sangat penting dalam menunjang kehidupan dan pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Mangan (Mn) merupakan aktivator enzim pada reaksi terang fotosintesis, magnesium (Mg) berperan sebagai kofaktor dalam pembentukan asam amino dan klorofil, besi (Fe) berperan dalam sintesis klorofil dan sintesis protein penyusun kloroplas, seng (Zn) diperlukan dalam proses pembentukan klorofil dan mencegah kerusakan molekul klorofil, apabila Kekurangan mikro nutrien dalam media kultur seperti Mn dapat mempengaruhi proses fotosintesis karena Mn merupakan aktivator enzim pada proses fotosintesis (Amanatin dan Nurhidayati, 2013).

## 2.4 Faktor yang Mempengaruhi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

Laju pertumbuhan alga dipengaruhi oleh dua faktor utama. Faktor pertama adalah sumber nutrisi dan energi, sementara faktor kedua adalah faktor

lingkungan seperti pH, suhu, dan salinitas (Isnandina dan Hermana, 2013). Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* yaitu pH, suhu, iluminasi cahaya dan salinitas air dengan kisaran masing-masing pH 7,2 – 8,3; suhu 25 - 30°C, iluminasi cahaya 1011 – 1800 lux; dan 30 – 33 ppt (Hermanto, et al., 2011).

Laju pertumbuhan spesifik menggambarkan banyaknya individu baru yang terbentuk per satuan waktu tertentu. Pertumbuhan fitoplankton ditandai dengan bertambah banyaknya sel. Suhu yang baik pada kultur *Nannochloropsis* sp. skala laboratorium adalah 23-25°C, skala intermediet dan skala massal sebesar 30°C. (Suantika, 2009 ; Sari dan Manan, 2012).

## 2.5 Biomassa *Nannochloropsis* sp.

Menurut Chisti (2007), produksi biomassa yang cepat dengan kadar lipid yang relatif tinggi merupakan keunggulan yang dimiliki oleh mikroalga. *Nannochloropsis* sp. merupakan salah satu mikroalga yang memiliki kandungan protein, karbohidrat, vitamin, dan lipid yang cukup besar berkisar antara 31-68% dari berat kering (Campbell, 2008).

Laju pertumbuhan mikroalga berbanding lurus dengan produktivitas mikroalga tersebut, karena laju dengan pertumbuhan optimal akan menghasilkan produktivitas yang optimal pula. Mikroalga yang memiliki laju pertumbuhan baik akan sangat aktif dalam melakukan proses fotosintesis dan mengkonversi CO<sub>2</sub> menjadi biomassa sehingga produktivitas biomassa menjadi tinggi (Abdurrachman, et al., 2013).

## 2.6 Pupuk

### 2.6.1 Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah



melalui proses rekayasa, dapat dibentuk padat atau cair yang digunakan untuk mensuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Nasaruddin dan Rosmawati, 2011).

Pupuk tersusun atas berbagai senyawa yang berbeda yang mengandung unsur hara mikro, makro, dan vitamin. Dalam pupuk organik tidak hanya terdapat unsur P saja yang tersedia, melainkan P, K, dan Si. Unsur N berguna untuk memacu pertumbuhan serta memperbaiki kandungan nutrisi fitoplankton. (Octhreeani, et al., 2014 dan Safitri et al., 2013).

### 2.6.2 Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik merupakan unsur-unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman baik tingkat tinggi atau rendah. Semua jenis pupuk yang berasal dari bahan kimia anorganik yang dibuat oleh pabrik merupakan pupuk buatan (pupuk anorganik). Pupuk TSP (Triple Super Fosfat) merupakan pupuk anorganik yang sangat kaya akan kandungan fosfat (Amini dan Syamididi, 2006).

Nutrien anorganik yang tergolong makronutrien yaitu K, P, Ca, Mg, dan NA yang dibutuhkan *Nannochloropsis* sp. sebagai komponen penyusun sel. Fe, Zn, Mn, dan Cu merupakan mikronutrien yang dibutuhkan oleh sel sebagai kofaktor enzim maupun sebagai komponen pembentuk klorofil (Prihantini et al., 2007). Untuk menunjang pertumbuhan tanaman secara normal diperlukan minimal 16 unsur didalamnya dan harus ada unsur mutlak, yaitu nitrogen, fosfor, dan kalium (Amini dan Syamididi, 2006 ; dan Prihantini et al., 2007).

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.1.1 Alat penelitian

Peralatan yang digunakan untuk penelitian tentang Pengaruh Pemberian

Pupuk Cair terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. antara lain :

- Wadah kultur (toples kaca 2,5L)
- Aerator
- Batu aerator
- Selang
- Lampu neon
- Botol Sprayer
- pH meter
- DO meter
- Termometer
- Haemocytometer
- Nampan
- Mikroskop
- Gelas ukur
- Beaker glass
- Handtally counter
- Gayung
- Washing bottle
- Cover glass
- Sentrifuge
- Cuvet
- Timbangan Analitik
- Bak besar
- Refraktometer
- Kalkulator

##### 3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian tentang Pengaruh Pemberian Pupuk Cair terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. antara lain :

- *Nannochloropsis* sp.
- Air laut
- Air tawar
- Kaporit
- Na Thiosulfat
- Akuades
- Alkohol 70 %
- Tissue

- Kapas
- Kertas label
- Kertas Saring
- Alumunium foil
- Pupuk "PEMIMPIN SPOK"
- Kain Saring

### 3.2 Media Penelitian

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah air payau (campuran air laut dan air tawar). Air laut diperoleh dari pembelian di tempat penampungan air laut sedangkan air tawar diperoleh sumur kemudian dialirkan lewat pipa menuju bak penampungan kemudian dimasukkan kedalam toples dengan kapasitas 2,5 liter sebanyak 12 buah dan diberi aerasi sebagai suplai oksigen.

### 3.3 Metode Penelitian

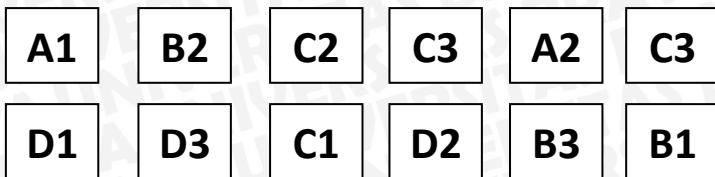
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Menurut Wibisono (2013), kegunaan dari perlakuan eksperimen adalah melakukan sesuatu terhadap seseorang atau objek dan mengobservasi reaksinya dalam kondisi dimana performanya dapat diukur menggunakan sebuah standart atau ukuran yang sudah dikenal.

### 3.4 Rancangan Percobaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan adalah pemberian pupuk cair komersial dengan dosis yang berbeda yaitu terdiri dari empat perlakuan dengan tiga kali ulangan.

- A : Perlakuan dengan pemberian dosis pupuk cair sebanyak 3,5 ml/l
- B : Perlakuan dengan pemberian dosis pupuk cair sebanyak 4,5 ml/l
- C : Perlakuan dengan pemberian dosis pupuk cair sebanyak 5,5 ml/l
- D : Perlakuan dengan pemberian dosis pupuk cair sebanyak 6,5 ml/l





Gambar 4. Denah Percobaan

Keterangan :

A – D : perlakuan

1 – 3 : ulangan

Dosis yang digunakan untuk penelitian utama didasarkan atas penelitian dari Nurani *et al.*, 2012 yaitu Pengaruh Konsentrasi Pupuk *Azolla pinata* terhadap Pertumbuhan Populasi *Spirulina platensis*. Data dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) kemudian dilakukan uji lanjut *Duncan* dengan tarap kepercayaan 5%.

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Persiapan Penelitian

##### a. Sterilisasi Alat dan Bahan

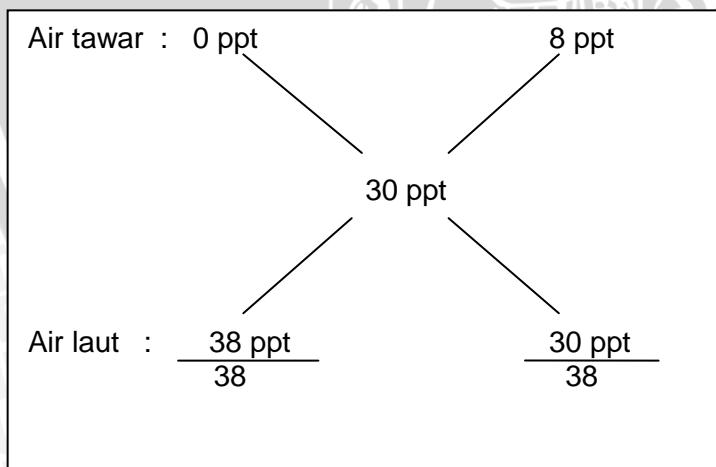
Sterilisasi yaitu suatu proses membunuh segala bentuk kehidupan mikroorganisme yang ada dalam sampel dan alat-alat atau lingkungan tertentu. Kegiatan kultur diawali dengan proses sterilisasi alat dan bahan. Sterilisasi peralatan yang terbuat dari kaca seperti erlenmeyer, gelas ukur, beaker glass, dan pipet tetes disterilkan menggunakan autoklaf. Sebelum dimasukkan dalam autoklaf peralatan dicuci dengan menggunakan detergen kemudian dibilas dengan air tawar, lalu ditunggu hingga kering setelah itu dibungkus menggunakan alumunium foil sedangkan erlenmeyer dan pipet ditutup menggunakan kapas kemudian dibungkus alumunium foil. Setelah itu, diatur rapi dalam autoklaf dan ditutup rapat dioperasikan pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm, selama 30 menit. Sterilisasi toples dilakukan dengan pencucian

menggunakan detergen dan dibilas menggunakan air tawar kemudian direndam dengan larutan kaporit selama 24 jam.

Air yang digunakan sebagai media kultur bersalinitas 30 ppt sehingga dibutuhkan air laut dan air tawar. Sterilisasi air laut dan air tawar dilakukan dalam bak besar berkapasitas 60 liter dengan menggunakan kaporit sebanyak 20 ppm dan diaerasi selama 24 jam kemudian diberi Na Thiosulfat 10 ppm untuk menghilangkan sisa-sisa bau kaporit. Pupuk cair disterilisasi secara mekanik yaitu disaring dengan menggunakan kertas saring tujuannya untuk memisahkan endapan atau kotoran yang terdapat dalam pupuk, kemudian pupuk dapat langsung digunakan.

### b. Penyiapan Air Payau sebagai Media Kultur

Air laut yang telah disterilisasi diukur salinitasnya dan didapatkan nilai salinitas sebesar 38. Kemudian untuk mendapatkan media kultur bersalinitas 30 ppt dilakukan pengenceran dengan air tawar. Untuk mendapatkan media kultur dengan salinitas 30 ppt dihitung menggunakan rumus bujur sangkar .



### c. Penyiapan Stok Bibit *Nannochloropsis* sp.

Bibit *Nannochloropsis* sp. diperoleh dari kultur murni Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Selanjutnya dihitung kepadatan awal untuk mengetahui seberapa banyak bibit *Nannochloropsis* sp.

yang dibutuhkan untuk ditebar dalam media. Setelah diketahui kepadatan awal bibit maka dilakukan pengenceran. Menurut Ekawati (2011), pengenceran dapat digunakan untuk menghitung jumlah bibit plankton yang dikehendaki untuk budidaya maupun untuk diberikan sebagai makanan larva. Untuk menghitung jumlah bibit yang dikehendaki menggunakan rumus :

$$V1 = \frac{N2 \times V2}{N1}$$

Keterangan :

V1 : volume bibit untuk penebaran awal (ml)

N1 : jumlah bibit yang akan ditebar (sel/ml)

V2 : volume media budidaya yang dikehendaki

N2 : jumlah bibit yang dikehendaki (sel/ml)

### 3.5.2 Pelaksanaan Penelitian

Wadah yang telah disterilisasi di letakkan diatas rak yang telah dipasang lampu TL 40 watt sesuai dengan denah percobaan kemudian dimasukkan air payau sebanyak 2 liter, setelah itu dimasukkan pupuk cair sesuai dosis yang digunakan yaitu 3,5 ml/l, 4,5 ml/l, 5,5 ml/l, dan 6,5 ml/l. Setelah pupuk dimasukkan kemudian diaerasi beberapa saat sampai pupuk tercampur merata lalu setelah itu dimasukkan bibit *Nannochloropsis* sp. dengan kepadatan awal  $10^6$ . Pengamatan pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dilakukan setiap hari selama masa kultur. Selanjutnya, dilakukan pengukuran Biomassa *Nannochloropsis* sp. Pengukuran Biomassa dilakukan pada saat *Nannochloropsis* sp. pada fase pertumbuhan eksponensial.

Parameter penunjang yang diukur pada media pemeliharaan meliputi suhu, pH, salinitas, DO, Nitrat, dan Orthofosfat. Adapun pengukuran suhu, pH, DO, dilakukan pada pagi dan siang hari (pukul 06.00 dan 14.00 Wib), sedangkan

pengukuran kandungan Nitrat dan Orthofosfat dilakukan pada saat penebaran awal atau  $H_0$ , pada fase pertumbuhan eksponensial dan fase kematian.

### 3.6 Parameter yang Diukur

#### 3.6.1 Parameter Utama

Parameter utama yang diukur dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

##### a. Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

Penghitungan kepadatan *Nannochloropsis* sp. dilakukan setiap hari dari awal kultur hingga akhir percobaan. Penghitungan kepadatan *Nannochloropsis* sp. dilakukan menggunakan alat bantu berupa haemocytometer dan mikroskop. Menurut Kwangdinata *et al.* (2013), penentuan pola pertumbuhan fitoplankton, dilakukan penghitungan jumlah sel per mililiter medium setiap 24 jam. Caranya fitoplankton diambil dengan pipet tetes steril, diteteskan sekitar 0,1-0,5 ml pada *haemocytometer* kemudian diamati melalui mikroskop. Bila kepadatan sel masih normal, penghitungan kepadatannya menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah (sel/ml)} = \frac{\text{Jumlah sel dalam 4 kotak}}{\text{jumlah blok } (=4)} \times 10.000$$

Bila kepadatan selnya terlalu tinggi, perhitungannya menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah (sel/ml)} = \text{jumlah sel 4 bagian} \times 4 \times 10.000$$

##### b. Laju Pertumbuhan Spesifik

Penghitungan laju pertumbuhan spesifik dihitung dari pertumbuhan pada saat awal kultur hingga puncak kelimpahan maksimum. Laju Pertumbuhan Spesifik mikroalga dihitung dengan rumus berikut menurut Fogg dan Thake, (1985).

$$W = W_0 \cdot e^{\mu t}$$

Dimana  $W_0$  adalah Jumlah total sel pada saat waktu ke 0,  $e$  dan  $t$  konstanta logaritma, dan  $\mu$  adalah lambang laju pertumbuhan spesifik atau biasanya dilambangkan dengan huruf K atau R.



### c. Biomassa Kering *Nannochloropsis* sp.

Pengamatan biomassa kering *Nannochloropsis* sp. dilakukan pada saat fase eksponensial dengan cara diambil 100 ml dari media kultur kemudian disentrifuge 3000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan antara *Nannochloropsis* sp. dengan air kemudian endapan *Nannochloropsis* sp. diletakkan di kertas saring kemudian ditimbang sebagai berat basah ( $W_1$ ). Setelah itu, dioven selama 4 jam untuk mendapatkan berat kering *Nannochloropsis* sp. kemudian setelah proses pengovenan selesai, *Nannochloropsis* sp. ditimbang sebagai berat kering ( $W_2$ ), sehingga diperoleh biomassa kering =  $W_1 - W_2$ .

#### 3.6.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang diukur dalam penelitian ini kualitas air, yang meliputi suhu, pH, DO, Salinitas, Nitrat, dan Fosfat.

##### a. Suhu

Menurut Sari dan Manan (2012), *Nannochloropsis* sp. dapat hidup pada kisaran suhu 23-25°C pada skala laboratorium dan 30°C pada skala masal dan semi masal. Pengukuran suhu menggunakan termometer akuarium yang dicelupkan di dalam toples kemudian dicatat hasilnya. Pengukuran ini dilakukan 2 kali dalam sehari selama penelitian yaitu pada pagi hari pukul 05.30 Wib dan siang hari 14.00 Wib.

##### b. pH

Nilai keasaman merupakan faktor yang penting bagi pertumbuhan alga. Kebanyakan alga dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH netral dan lebih mentolerir kondisi basa dari pada asam karena alga memanfaatkan karbondioksida dengan efisien pada konsentrasi yang sangat rendah (Hariyati,

2008). Pengukuran pH dilakukan setiap hari selama penelitian yaitu pada pagi hari pukul 05.30 Wib dan siang hari 14.00 Wib menggunakan alat pH meter.

#### c. Salinitas

Phytoplankton *Nannochloropsis* sp. mampu tumbuh optimal pada salinitas yaitu 33-35°C (Djarijah, 1995). Pengukuran salinitas dilakukan untuk melihat proses penguapan yang terjadi setiap harinya, untuk mengukurnya menggunakan alat refraktometer. Pengukuran salinitas dilakukan pada sore hari pukul 16.00 Wib.

#### d. DO

Pengukuran DO bertujuan untuk melihat ketersediaan oksigen terlarut yang terdapat dalam media pemeliharaan. Untuk mengukur kadar oksigen terlarut dalam media pemeliharaan digunakan DO meter dengan cara mencelupkan DO meter ke dalam toples dan ditunggu sampai 1 menit dan dicatat hasilnya. Pengukuran ini dilakukan dua kali dalam sehari selama penelitian yaitu pada pagi hari pukul 05.30 Wib dan siang hari 14.00 Wib.

#### e. Pengukuran Kadar Nitrat

Pengukuran kadar nitrat dilakukan pada hari ke 0, 5, dan 8. Diambil sampel air sebanyak 5 ml kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala 50 ml uapkan dengan penangas air sampai kering, lalu tambahkan 2 ml larutan phenol sulfat dan aduk dengan pengaduk gelas setelah itu dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml ditambah 7 ml amoniak pekat sehingga timbul warna kuning dalam larutan, tanda bataskan dengan aquades kemudian baca dengan spektofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

#### f. Pengukuran Kadar Fosfat

Untuk pengukuran kadar fosfat diambil 10 ml sampel air dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Setelah itu tambahkan 2 ml reagen campuran, kocok dan biarkan selama 5 menit, kemudian baca dengan spektofotometer pada



panjang gelombang 816,5 nm dan catat absorbansinya. Reagen campuran terdiri dari 50 ml  $H_2SO_4$  5N + 15 ml am-molibdat + 30 ml as-ascorbat 0,01 M. Fosfat merupakan unsur esensial untuk kehidupan plankton termasuk *Nannochloropsis* sp. di ekosistem perairan unsur fosfor merupakan nutrisi pembatas yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit (Retnaningdyah, et al., 2011).

### 3.7 Analisis Data

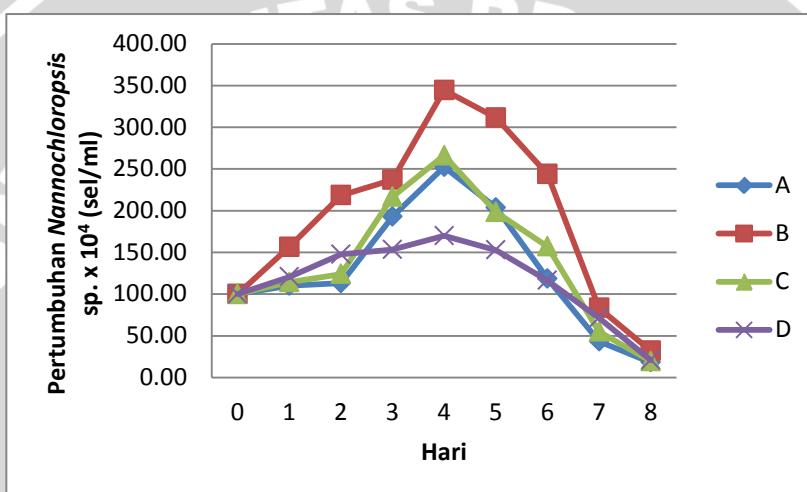
Untuk mengetahui pengaruh pemberian dosis pupuk yang berbeda terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp., maka data yang diperoleh dari hasil penelitian akan diuji normalitas untuk mengetahui kenormalan dari sebuah data kemudian di analisis secara statistik dengan menggunakan analisis keragaman (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata atau berbeda sangat nyata ( $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ ) maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil), dari uji ini dilanjutkan dengan uji polynomial orthogonal untuk mengetahui respon antara perlakuan.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

Data hasil pengamatan pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. selama pemeliharaan pada masing-masing perlakuan secara lengkap terdapat pada Lampiran 2, dari Lampiran 2 didapat Grafik rata-rata pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. pada Gambar 5.



**Gambar 5. Grafik Rerata Pertumbuhan *Nannochloropsis* Sp.  $\times 10^4$  (Sel/ml) Setiap Hari Pada Masing-masing Perlakuan**

Keterangan :

- A : Perlakuan dengan pemberian dosis pupuk cair sebanyak 3,5 ml/l
- B : Perlakuan dengan pemberian dosis pupuk cair sebanyak 4,5 ml/l
- C : Perlakuan dengan pemberian dosis pupuk cair sebanyak 5,5 ml/l
- D : Perlakuan dengan pemberian dosis pupuk cair sebanyak 6,5 ml/l

Gambar 5 memperlihatkan peningkatan pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. setiap hari pada masing-masing perlakuan dengan pemberian dosis pupuk yang berbeda. Awalnya *Nannochloropsis* sp. mengalami pertambahan yang relative sedikit, hal ini disebabkan karena fitoplankton masih berada pada fase adaptasi. Fase adaptasi pada setiap perlakuan terjadi selama 3 hari. Menurut Suantika dan

Hendrawandi (2009), fase adaptasi ditandai dengan sedikitnya penambahan kepadatan sel. Hal itu menunjukkan bahwa fitoplankton masih beradaptasi dengan medium yang digunakan.

Hasil pengamatan kepadatan *Nannochloropsis* sp. pada Gambar 5. menunjukkan perbedaan kepadatan yang sangat jelas dari tiap perlakuan. Pada perlakuan A dengan pemberian dosis pupuk 3,5 ml/l mengalami fase eksponensial pada hari keempat dengan kepadatan sebesar 2524000 sel/ml. perlakuan B dengan pemberian dosis pupuk 4,5 ml/l mengalami fase eksponensial pada hari keempat dengan kepadatan sebesar 3.445.000 sel/ml. Perlakuan C dengan dosis pupuk 5,5 ml/l mengalami fase puncak pada hari keempat dengan kepadatan sebesar 2.662.666 sel/ml dan perlakuan D dengan dosis pupuk 6,5 ml/l mengalami fase puncak pada hari keempat dengan kepadatan 1.699.333 sel/ml. Perlakuan A, B, C dan D mengalami puncak kelimpahan pada hari yang sama, tetapi memiliki kepadatan yang berbeda. Menurut Suantika dan Hendrawandi (2009), fase eksponensial terjadi ketika nutrisi pH dan intensitas cahaya pada medium masih dapat memenuhi kebutuhan fisiologis fitoplankton.

Menurut Purwitasari, *et al.* (2012), fase stasioner merupakan fase dimana fase kematian sama dengan laju reproduksi sehingga populasi menjadi tetap untuk sementara waktu. Pada penelitian ini fase stasioner terjadi pada hari kelima dan enam ditandai dengan menurunnya kepadatan dari fase eksponensial dan sudah tidak mengalami pertumbuhan lagi sampai hari keenam,

Fase kematian terjadi pada hari tujuh sampai hari kedelapan, fase kematian ditandai dengan terjadinya pengurangan populasi *Nannochloropsis* sp. kematian sel dapat disebabkan oleh mulai berkurangnya nutrisi yang tersedia sehingga tidak mampu mendukung pertumbuhan sel. Penurunan kualitas air dan akumulasi metabolit ( $\text{NO}_2^-$  dan  $\text{NH}_4^+$ ). Akibatnya laju kematian sel lebih besar

dibandingkan dengan laju pertambahan sel (Lavens dan Sorgeloos, 1996).

Adapun hasil pengamatan morfologi *Nannochloropsis* sp. dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Morfologi *Nannochloropsis* sp. yang diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x**

#### 4.2 Laju Pertumbuhan Spesifik

Berdasarkan dari perhitungan laju pertumbuhan spesifik *Nannochloropsis* sp. didapat rerata seperti pada Tabel 1, adapun perhitungan lengkapnya terdapat pada Lampiran 3 dan Uji Normalitas Laju Pertumbuhan Spesifik dapat dilihat pada Lampiran 4.

**Tabel 1. Rerata Laju Pertumbuhan Spesifik *Nannochloropsis* sp.**

<b>Pengamatan</b>	<b>Ulangan</b>			<b>Total</b>	<b>Rerata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
A	0.254	0.277	0.184	0.715	0.238
B	0.260	0.306	0.299	0.865	0.288
C	0.268	0.223	0.282	0.773	0.258
D	0.108	0.129	0.152	0.389	0.130
<b>Total</b>				<b>2.742</b>	

Dari hasil rerata pada Tabel 1, dilanjutkan dengan Sidik Ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap laju pertumbuhan spesifik dan didapatkan hasil sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 2, adapun perhitungan lengkapnya terdapat pada lampiran 5.

**Tabel 2. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik *Nannochloropsis* sp.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	F 5%	F1%
Perlakuan	3	0.042886	0.014295	13.0096**	4.07	7.59
Acak	8	0.008791	0.001099			
Total	11	0.051677	0.004698			

Keterangan :

\*\* : berbeda sangat nyata

Dari hasil perhitungan sidik ragam pada Tabel 2 diperoleh  $F 5\% < F$  hitung  
 >  $F 1\%$  maka berarti perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. hal ini berarti menerima  $H_1$  dan menolak  $H_0$ , untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) yang dapat dilihat pada Tabel 3, adapun perhitungan lengkapnya terdapat pada Lampiran 5.

**Tabel 3. Hasil Uji BNT Laju Pertumbuhan Spesifik *Nannochloropsis* sp.**

Rerata Perlakuan	D = 0.130	A = 0.238	C = 0.258	B = 0.288	Notasi
D = 0.130	-	-	-	-	a
A = 0.238	0.109**	-	-	-	b
C = 0.258	0.128**	0.019 <sup>ns</sup>	-	-	b
B = 0.288	0.159**	0.050 <sup>ns</sup>	0.031 <sup>ns</sup>	-	b

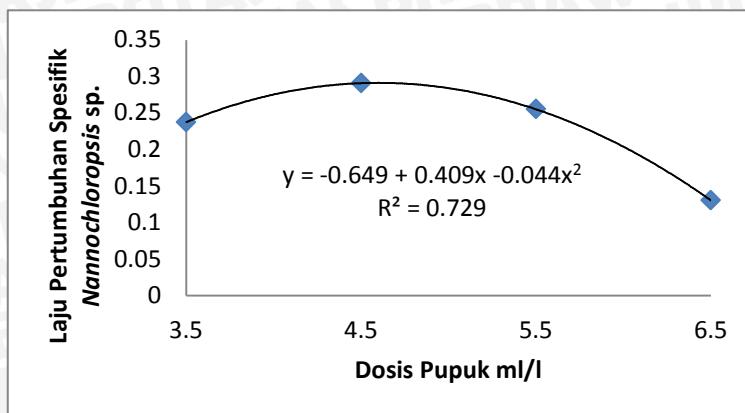
Keterangan :

ns : tidak berbeda nyata

\* : berbeda nyata

\*\* : berbeda sangat nyata

Dari Tabel 3 di atas diperoleh hasil antara perlakuan A, B, dan C menunjukkan perbedaan sangat nyata dengan perlakuan D, sedangkan perlakuan A, B dan C tidak berbeda nyata, Dari hasil uji BNT dilanjutkan dengan uji polynomial orthogonal untuk mengetahui hubungan antara perlakuan. Untuk mengetahui hubungan antara pemberian dosis pupuk yang berbeda terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. maka dapat dilihat pada Gambar 7, perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.



**Gambar 7. Hubungan Antara Pemberian Dosis Pupuk Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik *Nannochloropsis* sp.**

Hubungan antara pemberian dosis pupuk terhadap laju pertumbuhan relatif *Nannochloropsis* sp. menunjukkan persamaan kuadratik  $Y = -0.649 + 0.409x - 0.044x^2$ . Dari hasil persamaan tersebut, didapatkan hasil optimal pada dosis 3.84 ml/l dengan nilai laju pertumbuhan spesifik sebesar 0.273, perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Pada dosis pupuk 3.84 ml/l diduga kandungan nutrient pada media kultur sudah memenuhi kebutuhan untuk laju pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. hal ini juga didukung dengan keadaan lingkungan yang sesuai meliputi suhu, pH, dan salinitas.

Menurut Purwitasari, *et al.* (2012), Nitrogen merupakan nutrient pembatas yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan fitoplankton. Penurunan kepadatan sel secara drastic disebabkan oleh pengaruh konsentrasi N yang terlalu tinggi. Pada kandungan konsentrasi N yang terlalu tinggi laju pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* akan lebih rendah. Semakin tinggi penambahan N tidak selamanya dapat meningkatkan perumbuhan bahkan dapat menurunkan pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*.

Pertumbuhan sel *Nannochloropsis* sp. dipengaruhi oleh ketersediaan unsur utama dalam lingkungan kultur yakni berupa C, H, O, N, P, K, S, Ca, Fe, Mg, dan keberadaan mikronutrien. Selain itu, kondisi lingkungan juga

berpengaruh terhadap perkembangan sel *Nannochloropsis* sp. yang dikultur antara lain suhu, iluminasi cahaya, dan pH (Hermanto, *et al.*, 2011).

#### 4.3 Biomassa *Nannochloropsis* sp.

Data Biomassa *Nannochloropsis* sp. selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6 dan Uji Normalitas Biomassa *Nannochloropsis* sp. dapat dilihat pada Lampiran 7. Dari Lampiran 6 diperoleh hasil Rerata Biomassa *Nannochloropsis* sp. pada Tabel 4.

**Tabel 4. Rerata Biomassa Kering *Nannochloropsis* sp. (g/l)**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	1.2	1.7	2.3	5.2	1.73
B	4	3.8	3	10.8	3.6
C	2.4	2.8	2.6	7.8	2.6
D	0.6	0.3	0.8	1.7	0.57
<b>Total</b>				<b>25.50</b>	

Dari hasil rerata pada Tabel 4, dilanjutkan dengan Sidik Ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap Biomassa kering dan didapatkan hasil sidik ragam pada Tabel 5, adapun perhitungan lengkapnya terdapat pada lampiran 8.

**Table 5. Sidik Ragam Biomassa Kering *Nannochloropsis* sp.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	14.949	4.983			
Acak	8	2.823	0.353	14.12**	4.07	7.59
Total	11	17.772	1.616			

Keterangan :

\*\* : berbeda sangat nyata

Dari hasil perhitungan sidik ragam pada Tabel 5 diperoleh  $F 1\% < F \text{ hitung} > F 5\%$  maka berarti perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap Biomassa kering *Nannochloropsis* sp., untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing



perlakuan maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) yang dapat dilihat pada Tabel 6, adapun perhitungan lengkapnya terdapat pada Lampiran 8.

**Tabel 6. Hasil Uji BNT Biomassa *Nannochloropsis* sp.**

Rata-Rata Perlakuan	D= 0.567	A= 1.733	C= 2.600	B= 3.600	Notasi
D= 0.567	-	-	-	-	a
A= 1.733	1.167*	-	-	-	b
C= 2.600	2.033**	0.867 <sup>ns</sup>	-	-	c
B= 3.600	3.033**	1.867**	1.000 <sup>ns</sup>	-	d

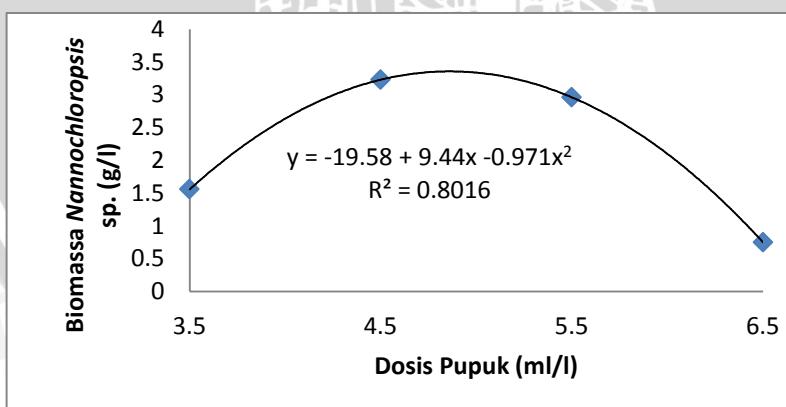
Keterangan :

ns : tidak berbeda nyata

\* : berbeda nyata

\*\* : berbeda sangat nyata

Dari Tabel 6 di atas diperoleh hasil antara perlakuan a, b c, dan d memiliki notasi yang berbeda maka dapat diartikan bahwa setiap perlakuan memiliki perbedaan yang nyata. Dari hasil uji BNT dilanjutkan dengan uji polynomial orthogonal untuk mengetahui hubungan antara perlakuan. Untuk mengetahui hubungan antara pemberian dosis pupuk yang berbeda terhadap Biomassa *Nannochloropsis* sp. maka dapat dilihat pada Gambar 8, perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8.



**Gambar 8. Hubungan Antara Pemberian Dosis Pupuk terhadap Biomassa Kering *Nannochloropsis* sp.**

Hubungan antara pemberian dosis pupuk terhadap Biomassa kering *Nannochloropsis* sp. (sel/ml) menunjukkan persamaan kuadratik  $y = -19.58 +$

$9.44x -0.971x^2$ . Dari hasil persamaan tersebut, didapatkan nilai optimal pada dosis 4.49 ml/l dengan nilai Biomassa Kering sebesar 3.231 g/l, perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8. Biomassa *Nannochloropsis* sp. dipengaruhi oleh laju pertumbuhan spesifik, dimana mikroalga yang mempunyai laju pertumbuhan yang baik maka biomassanya juga akan tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan menurut Sharma *et al.* (2012), dalam kondisi pertumbuhan yang optimal, mikroalga akan memproduksi sejumlah besar biomassa tetapi kandungan lipid relatif rendah, sementara spesies dengan kandungan lipid tinggi biasanya pertumbuhannya lambat. Hal ini diperkuat dengan pernyataan menurut Abdurrachman, *et al.* (2013), mikroalga yang mempunyai laju pertumbuhan baik akan lebih aktif dalam melakukan fotosintesis dan mengkonversi CO<sub>2</sub> menjadi Biomassa sehingga produktivitas biomassa menjadi tinggi.

#### 4.4 Kualitas Air

Kualitas air kultur merupakan parameter lain yang menentukan keefektifan suatu kultur mikroalga. Kualitas air kultur ditentukan dari faktor biotik yaitu kontaminan dan faktor abiotik seperti pH, nitrat, nitrit, ammonium, dan ortofosfat.

##### 4.4.1 Suhu

Suhu merupakan parameter fisika yang mempengaruhi aktivitas metabolismik organisme. Hasil dari pengukuran suhu pada pagi hari berkisar antara 24-29°C dan pada siang hari berkisar antara 25 – 30°C selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9. Hal ini sesuai pernyataan Sari dan Manan (2012), bahwa suhu air yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton adalah berkisar antara 23-25°C pada skala laboratorium dan 30°C pada skala masal dan semi masal. Sementara itu menurut Barsanti dan Gualtieri (2006), suhu yang sesuai pertumbuhan

fitoplankton pada iklim tropis adalah  $> 20^{\circ}\text{C}$  namun biasanya kebanyakan jenis fitoplankton dapat menoleransi suhu antara  $16 - 27^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.4.2 pH**

Menurut Barsanti dan Gualtieri (2006), kisaran pH untuk kultur spesies alga adalah antara 7 dan 9 dengan kisaran optimum berada pada  $8,2 - 8,7$ .

Pada penelitian ini diperoleh kisaran pH antara 7-9 (Lampiran 10). Hal ini diperkuat dengan pernyataan menurut Elzenga dan Prins (2000), bahwa *Nannochloropsis* sp. Dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH  $7,0 - 9,5$ . Pada hasil penelitian ini, menunjukkan bahwa perubahan nilai pH relative stabil selama kultur.

#### **4.4.3 Salinitas**

Salinitas yang diperoleh selama penelitian berkisar antara  $30 - 33$ . Hal ini sesuai dengan pernyataan Prahasta dan Masturi (2009), mikroalga dapat hidup pada salinitas  $0 - 35$  ppt. Menurut Utomo (2005), salinitas berpengaruh terhadap organisme dalam mempertahankan tekanan osmotic dengan lingkungannya.

#### **4.4.4 Cahaya**

Lampu yang digunakan pada saat penelitian menggunakan lampu TL 40 watt. Menurut Utomo cahaya yang optimal untuk pertumbuhan mikroalga adalah  $1500 - 3000$  lux. Pada tumbuhan, cahaya merupakan sumber energy untuk proses reaksi fotosintesis terutama pada alga dalam hal ini baik intensitas, kualitas spectrum, dan kebutuhan photoperiod (Barsanti dan Gualtieri, 2006).

#### **4.4.5 Nitrat**

Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) merupakan senyawa nitrogen utama yang diserap oleh berbagai mikroalga untuk pertumbuhannya. Nitrat akan direduksi oleh nitrit reduktase menjadi nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) yang kemudian direduksi menjadi ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) sehingga dapat memasuki jalur sintesis berbagai senyawa amino yaitu asam glutamate, asam asparat, dan asparagin (Suantika dan Hendrawandi,

2009). Konsentrasi nitrat selama kultur berlangsung cenderung mengalami penurunan, hal ini menandakan bahwa nitrat yang terdapat dalam media langsung digunakan oleh *Nannochloropsis* sp. Nilai nitrat yang diperoleh pada hari ke-0 berkisar antara 0,88 – 1,87 ppm, pada hari kelima berkisar antara 0,21 – 1,68 ppm, dan pada hari terakhir pada hari kedelapan berkisar antara 0,11 – 0,89 ppm. Data pengamatan nitrat seluruh perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 11.

#### 4.4.6 Fosfat

Fosfat dibutuhkan oleh fitoplankton untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Kandungan fosfat selama penelitian semakin menurun dengan bertambahnya waktu kultur karena dimanfaatkan oleh *Nannochloropsis* sp. Menurut Suryanto (2006) fosfor biasanya terdapat dalam perairan dalam jumlah yang sangat sedikit dan sering menyebabkan defisiensi zat hara yang dapat menekan pertumbuhan fitoplankton serta akhirnya mengurangi produktivitas dalam perairan. Nilai fosfat pada hari ke 0 berkisar antara 0,18 – 0,87 ppm, pada hari kelima berkisar antara 0,10 – 0,42 ppm, dan pada hari terakhir hari kedelapan berkisar antara 0,10 – 0,22 ppm. Data pengamatan fosfat seluruh perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 12.



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang Pengaruh Pemberian Pupuk Cair terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. ini dapat disimpulkan bahwa :

- Pemberian dosis pupuk yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap laju Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.
- Dosis pupuk yang optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. adalah sebesar 3.84 ml/l dengan nilai laju pertumbuhan relative sebesar 0.273.

### 5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini disarankan untuk menggunakan Pupuk cair dengan dosis sebesar 3.84 ml/l agar mendapatkan laju pertumbuhan yang optimal pada kultur *Nannochloropsis* sp.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, O., M. Mutiara., dan L. Buchori. 2013. Peningkatan karbondioksida dengan mikroalga (*Clorella vulgaris*, *Chlamydomonas* sp., *Spirullina* sp.) dalam upaya untuk meningkatkan kemurnian biogas. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri.* **2** (4) : 212-216.
- Aliabbas, A. 2002. *Kualitas Nannochloropsis sp. akibat lama penyimpanan Nata de Nanno*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 35 hlm
- Amanatin, D. R. 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
- Amanta, R., Z. Hasan, dan Rosidah. 2012. Struktur komunitas plankton di situ patengan kabupaten Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan.* **3** (3): 193-200
- Amini, S. dan Syamididi. 2006. konsentrasi unsur hara pada media dan pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan pupuk anorganik teknis dan analisis. *Jurnal Perikanan.* **8** (2): 201-206
- Barsanti, L. dan P. Gualtieri, 2006. *Algae Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. CRC Press. New York
- Campbell, M. N. 2008. Biodiesel : Algae as a renewable source for liquid fuel. *Guelph Engineering Journal* (1) : 2-7
- Chisti, Y. 2007. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances.* **25** : 294 - 306
- Dayanto, L. B. D., R. Diantari, dan S. Hudaiddah. 2013. Pemanfaatan pupuk cair TNF untuk budidaya *Nannochloropsis* sp.. *eJurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan.* **2** (1) : 163-167
- Ekawati, A. W. 2011. Penuntun Praktikum Budidaya Makanan Alami. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang. 45 hlm
- Elzenga, J. T. M. dan H. B. A. Prins. 2000. The role of extracellular carbonic anhydrase activity in inorganic carbon utilization of *phaeocystis globosa* (Prymnesiophyceae): A Comparisons with other Marine Alga using the Isotropic Disequilibrium Technique. *Limnol Oceanogr.* **45** (2) : 372 – 380.
- 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. Institut Pertanian Bogor. 66 hlm.
- Fageria, N. K. Dan V. C. Baligar. 2005. Enhancing Nitrogen Use Efficiency in Crop Plants. *Advances in Agronomy.* **88** :97-185

Fajrin, P. 2014. Profil nitrat anorganik dan protein total intraseluler pada fase eksponensial biomassa *Nannochloropsis* sp. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. 55 hlm

Fogg, G. E. dan B. Thake. 1985. Algal Cultures and Phytoplankton Ecology. The University of Wisconsin Press. England. 273 hlm

Garno, Y. S. 2008. Kualitas air dan dinamika fitoplankton di perairan pulau harapan. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*. **3** (2): 87-94

Handajani, H. 2006. Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai pupuk alternatif pada kultur mikroalga *Spirullina* sp. *Jurnal Protein*. **13** (2) : 188-193

Hariyati, R. 2008. Pertumbuhan dan biomassa *Spirulina* sp. dalam skala laboratoris. *B/OMA*. **10** (1): 19-22

Hermanto, M. B., Sumardi, L. C. Hawa, dan S. M. Fiqtinovri. 2011. Perancangan bioreaktor untuk pembudidayaan mikroalga. *Jurnal Teknologi Pertanian*. **12** (3) : 153-162

Isnandina, D. R. M. dan J. Hermana. Pengaruh konsentrasi bahan organik, salinitas, dan ph terhadap laju pertumbuhan alga. *Seminar Nasional Pascasarjana XIII*.

Kwangdinata, R., I. Raya, dan M. Zakir. 2013. Produksi biodiesel dari lipid fitoplankton *Nannochloropsis* sp. melalui metode ultrasonik. *Marina Chimica Acta*: **14**(2): 28-36

Lavens P. dan P. Sorgeloos. 1996. Manual on The Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAO Fisheress Technical Paper. Rome. 295 page.

Nasaruddin dan Rosmawati. 2011. Pengaruh Pupuk Organik Cair (POC) hasil fermentasi daun gamal, batang pisang dan sabut kelapa terhadap pertumbuhan bibit kakao. *Jurnal Agrisistem*. **7**(1): 29-37

Ochthreeani, A. M., Supriharyono dan P. Soedarsono. 2014. Pengaruh perbedaan jenis pupuk terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dilihat dari kepadatan sel dan klorofil α pada skala semi massal. *Diponegoro Journal of Maquares*. **3**(2): 102-108

Panggabean, L. M. 2011. Fiksasi karbondioksida pada mikroalga *chlorella* sp. Strain ancol dan *Nannochloropsis oculata*. *Oseanologi dan Limnologi Indonesia*. **37**(2): 309-321

Prahasta, A. dan H. Masturi. 2009. Budidaya Usaha pengolahan Agribisnis Ikan Bawal. CV Pustaka Grafika. Bandung. 47 hlm

Prihantini, N. B., D. Damayanti, dan R. Yuniat. 2007. Pengaruh konsentrasi Medium Ekstrak Tauge (MET) terhadap pertumbuhan *Scenedesmus* isolat Subang. *Makara Sains*. **11** (1): 1-9

Purwitasari, A. T., M. A. Alamsjah, dan B. S. Rahardja. 2012. Pengaruh konsentrasi zat pengaruh tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat)

terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. *Journal of Marine and Coastal Science*. 1(2): 61-70

- Retnaningdyah, C., U. Marwati, A. Soegianto, dan B. Irawan. 2011. Media pertumbuhan, intensitas cahaya dan lama penyinaran yang efektif untuk kultur *Microcystis* hasil isolasi dari waduk sutami di laboratorium. *JBP*. 13 (2): 123-130
- Rusyani, E. 2012. *Molase Sebagai Sumber Mikro Nutrien pada Budidaya Phytoplankton Nannochloropsis sp. Salah Satu Alternatif Pemanfaatan Hasil Samping Pabrik Gula*. Tesis. Program Studi Magister Ilmu Lingkungan. Fakultas Pascasarjana. Universitas Lampung. 85 hlm. Tidak dipublikasikan.
- Safitri, A., H. Fitrihidayati, dan Wisanti. 2013. Pemanfaatan kompos daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) sebagai media kultur pertumbuhan populasi *Chaetoceros calcitrans*. *eJournal LenteraBio*. 2 (3) : 211-216
- Sari, I. P. dan A. Manan. 2012. Pola pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. pada kultur skala laboratorium, intermediet, dan massal. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 4 (2) : 123-127
- Sartika, Mukarlina, dan T. R. Setyawati. 2014. Kandungan klorofil dan lipid *Nannochloropsis oculata* yang dikultur dalam media limbah cair karet. *Jurnal Protobiont*. 3 (3) : 25-30
- Sharma, K. K., H. Schuhmann and P.M. Schenk. 2012. High lipid induction in microalgae for biodiesel production. *J. Energies*. 5 : 1532-1553.
- Suantika, G. dan D. Hendrawandi. 2009. Efektivitas teknik kultur menggunakan sistem kultur statis, semi-kontinyu, dan kontinyu terhadap produktivitas dan kualitas kultur *Spirulina* sp. *Jurnal Matematika dan Sains*. 14(2): 41-50
- Utomo, N. B. P., Winarti dan A. Erlina. 2005. Pertumbuhan *Spirulina platensis* yang dikultur dengan pupuk (Urea, TSP, dan ZA) dan kotoran ayam. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 4(1): 41-48
- Wibisono, D. 2013. Panduan Penyusunan Skripsi, Tesis, dan Disertasi. Penerbit ANDI. Yogyakarta. 556 hlm.
- Widianingsih, R. Hartati, H. Endrawati, E. Yudiaty, dan V. R. Iriani. 2011. Pengaruh pengurangan konsentrasi nutrien fosfat dan nitrat terhadap kandungan lipid total *Nannochloropsis oculata*. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 16(1): 24-29
- Widyaningrum, N. F., B. Susilo, dan M. B. Hermanto. 2013. Studi eksperimental fotobioreaktor photovoltaic untuk produksi mikroalga (*Nannochloropsis oculata*). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 1(2): 30-38.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Alat dan Bahan yang Digunakan untuk Penelitian



Haemocytometer



Mikroskop



Autoclave



Timbangan Digital



Refraktometer



Aerator



Sentrifuge



Bak Penampung Air



pH meter



DO meter



Thermometer



Toples kaca

**Lampiran 1 (lanjutan)**



Nannochloropsis sp.



Akuades



Pupuk "PEMIMPIN SPOK"



Alkohol 70 %



Na Thiosulfat



Kaporit



Kain Saring



Air Payau

Lampiran 2. Data Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. ( $\times 10^4$ ) Selama Pemeliharaan

Pengamatan Hari ke	A			B			C			D		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	101.6	109	119.4	174.6	131	163.8	103.4	100.4	139	134.8	102	124.8
2	105.2	110.2	123.8	201.8	255.6	197.8	120.6	107.8	143.6	138.6	134.2	170.2
3	190.2	242.4	145.8	216.8	265.4	228.6	181.6	208.4	260.2	149.8	137.6	173
4	261.2	268.2	227.8	330	325.1	378.4	286.8	211.8	300.2	163	164.8	182
5	205.8	249.8	155.2	308.4	265.4	360.8	184.2	186.4	224.2	144.6	160	153.6
6	105	119.6	130.6	224.8	206.6	299.6	149.6	162.4	158.8	111.2	129.2	108.4
7	35.8	68.8	25.4	62.8	144.2	42.8	40.8	49.8	74.2	49.6	83.2	81.8
8	15.4	18.2	21	22.2	25.4	48.2	17.4	19.2	22	23	18.8	20.4
Total	1120.2	1286.2	1049	1641.4	1718.7	1820	1184.4	1146.2	1422.2	1014.6	1029.8	1114.2
Rerata	124.467	142.911	116.556	182.378	190.967	202.222	131.6	127.356	158.022	112.733	114.422	123.8

**Lampiran 3. Data Hasil Perhitungan Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) *Nannochloropsis* sp.**

<b>Perlakuan</b>	<b>Ulangan</b>	<b>Bobot</b>		<b>SGR</b>
		<b>W<sub>0</sub></b>	<b>W<sub>t</sub></b>	
<b>A</b>	1	100	261	0.254
	2	100	268.2	0.277
	3	100	227.8	0.184
<b>B</b>	1	100	330	0.260
	2	100	325.1	0.306
	3	100	378.4	0.299
<b>C</b>	1	100	286.8	0.268
	2	100	211.8	0.223
	3	100	300.2	0.282
<b>D</b>	1	100	163	0.108
	2	100	164.8	0.129
	3	100	182	0.152

**Lampiran 4. Hasil uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov ( $p>0,05$ ) Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) *Nannochloropsis* sp.**

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SGR
N		12
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.21050
	Std. Deviation	.07398
		3
Most Extreme	Absolute	.142
Differences	Positive	.129
	Negative	-.142
Kolmogorov-Smirnov Z		.491
Asymp. Sig. (2-tailed)		.970

a. Test distribution is Normal.



**Lampiran 5. Perhitungan Statistik Laju Pertumbuhan Spesifik *Nannochloropsis sp.***

<b>Pengamatan</b>	<b>Ulangan</b>			<b>Total</b>	<b>Rerata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
A	0.254	0.277	0.184	0.715	0.238
B	0.260	0.306	0.299	0.865	0.288
C	0.268	0.223	0.282	0.773	0.258
D	0.108	0.129	0.152	0.389	0.130
	<b>Total</b>			<b>2.742</b>	

**Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK)**

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n}$$

$$= \frac{2,742^2}{12}$$

$$= 0,626$$

$$\text{JK Total} = (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + D_3^2) - FK$$

$$= (0,244^2 + 0,277^2 + 0,184^2 + \dots + 0,152^2) - 0,626$$

$$= 0,052$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(\Sigma A^2) + (\Sigma B^2) + (\Sigma C^2) + (\Sigma D^2)}{r} - FK$$

$$= \frac{(0,715^2 + 0,865^2 + 0,773^2 + 0,389^2)}{3} - 0,626$$

$$= 0,043$$

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

$$= 0,052 - 0,043$$

$$= 0,0088$$

### Lampiran 5 (lanjutan)

**Tabel Sidik ragam Laju Pertumbuhan Spesifik *Nannochloropsis* sp.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	F 5%	F1%
Perlakuan	3	0.042886	0.014295			
Acak	8	0.008791	0.001099	13.00966**	4.07	7.59
Total	11	0.051677	0.004698			

Keterangan :

\*\* : berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil sidik ragam di atas  $F 1\% < F \text{ hitung} > F 5\%$  maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (\*\*), sehingga dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

#### Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 KT Acak}{Ulangan}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 0,0011}{3}}$$

$$= 0,0271$$

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

$$= 2,306 \times 0,0271$$

$$= 0,0624$$

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

$$= 3,355 \times 0,0271$$

$$= 0,0908$$

### Lampiran 5 (lanjutan)

**Tabel Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%**

Rerata Perlakuan	D = 0.130	A = 0.238	C = 0.258	B = 0.288	Notasi
D = 0.130	-	-	-	-	a
A = 0.238	0.109**	-	-	-	b
C = 0.258	0.128**	0.019 <sup>ns</sup>	-	-	b
B = 0.288	0.159**	0.050 <sup>ns</sup>	0.031 <sup>ns</sup>	-	b

### Polynomial Orthogonal

Perlakuan	Total	Pembanding		
		Linier	Kuadratik	Kubik
A	0.715	-3	1	-1
B	0.865	-1	-1	3
C	0.773	1	-1	-3
D	0.389	3	1	1
Q		-1.07	-0.534	-0.05
KR		60	12	60
JK		0.019082	0.023763	0.00004167

**Tabel sidik ragam Regresi**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0.043	0.014			
Linier	1	0.019	0.019	17.365**		
Kuadratik	1	0.024	0.024	21.626**	5.3177	11.259
Kubik	1	0.000	0.000	0.038 <sup>ns</sup>		
Acak	8	0.009	0.001			
Total	11	0.052	0.005			

Keterangan :

ns : tidak berbeda nyata

\*\* : berbeda sangat nyata

### Lampiran 5 (lanjutan)

$$\begin{aligned}
 R^2 \text{ Linier} &= \frac{Jk \text{ Linier}}{Jk \text{ Linier} + JK \text{ Acak}} \\
 &= \frac{0,019}{0,019+0,009} \\
 &= 0,685
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R^2 \text{ Kuadratik} &= \frac{JK \text{ Kuadratik}}{Jk \text{ Kuadratik} + JK \text{ Acak}} \\
 &= \frac{0,024}{0,024+0,009} \\
 &= 0,729
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien Korelasi (r)} &= \sqrt{0,729} \\
 &= 0,854
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R^2 \text{ Kubik} &= \frac{JK \text{ Kubik}}{Jk \text{ Kubik} + JK \text{ Acak}} \\
 &= \frac{0,002}{0,000042+0,009} \\
 &= 0,038
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan  $R^2$  kubik <  $R^2$  kuadratik >  $R^2$  linier, sehingga regresi kuadratik sesuai untuk kurva respon.

Xj	3.5	4.5	5.5	6.5	$\Sigma x_j$	20
UJ	-1.5	-0.5	0.5	1.5	$\Sigma UJ$	0
UJ2	2.25	0.25	0.25	2.25	$\Sigma UJ2$	5
UJ4	5.0625	0.0625	0.0625	5.0625	$\Sigma UJ4$	10.25
YiJ	0.715	0.865	0.773	0.389	$\Sigma Yij$	2.742
UJYiJ	-1.0725	-0.4325	0.3865	0.5835	$\Sigma UJYij$	-0.535
UJ2YiJ	1.60875	0.21625	0.19325	0.87525	$\Sigma UJ2Yij$	2.8935

### Lampiran 5 (lanjutan)

$$Y = bo + b1 \cdot x_1 + b2 \cdot x_1^2$$

Untuk mencari koefisien  $bo$ ,  $b1$ , dan  $b2$  digunakan persamaan normal :

$$\sum Y_{ij} = bo \cdot n + b2 \cdot r \cdot \sum U_j^2$$

$$\sum U_j Y_{ij} = b1 \cdot r \cdot \sum U_j^2$$

$$\sum U_j^2 Y_{ij} = bo \cdot r \cdot \sum U_j^2 + b2 \cdot r \cdot \sum U_j^4$$

Keterangan

$Y_{ij}$  : nilai pengamatan

$X_j$  : nilai taraf dari pada faktor

$n$  : banyaknya pengamatan

persamaan :  $Y = -0.6497 + 0.4093x - 0.0445x^2$

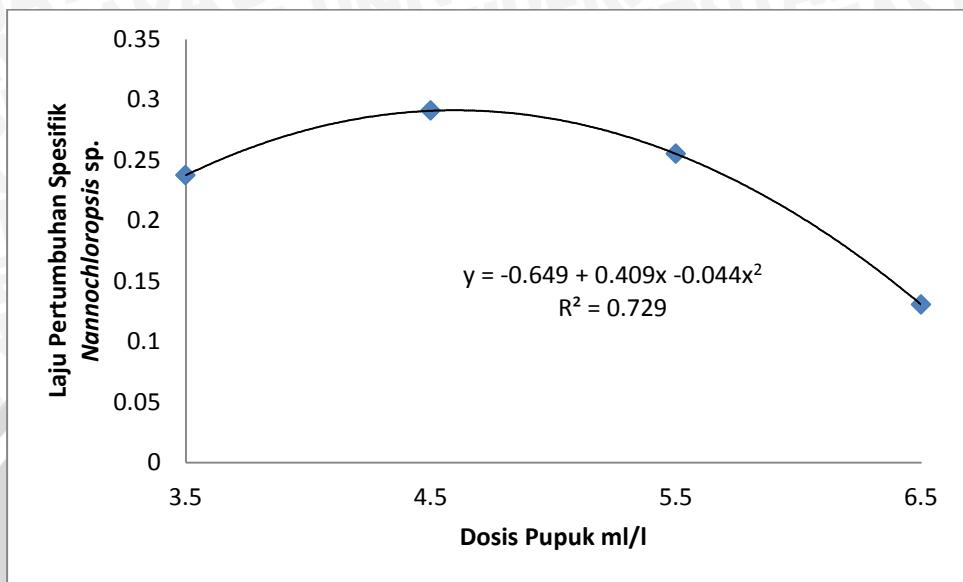
dari persamaan diperoleh  $Y$  :

X	Y
3.5	0.237555
4.5	0.290855
5.5	0.255155
6.5	0.130455

Untuk membuat Grafik Trend Line berdasarkan seri 4 dari  $Y$

Sumbu X	Sumbu Y			
	1	2	3	Rerata
3.5	0.254	0.277	0.184	0.237555
4.5	0.260	0.306	0.299	0.290855
5.5	0.268	0.223	0.282	0.255155
6.5	0.108	0.129	0.152	0.130455

### Lampiran 5 (lanjutan)



Persamaan :  $y = -0.649 + 0.409x - 0.044x^2$

Titik optimal

$$y/x : -0.649 x^{-1} + 0.409 - 0.044x$$

$$0 =: 0.649 x^{-2} - 0.044$$

$$0.044 = 0.649 / x^2$$

$$X = \sqrt{\frac{0.649}{0.044}}$$

$$= \sqrt{14.75}$$

$$= 3.84$$

$$\text{Maka } Y = -0.649 + 0.409 (3.84) - 0.044 (3.84^2)$$

$$= -0.649 + 1.5706 - 0.649$$

$$= 0.273$$



Lampiran 6. Data Biomassa kering *Nannochloropsis* sp. (g/l)

Perlakuan	Berat Kertas Saring (a) (gr)	Berat kertas Alufo (b) (gr)	a + b	Berat Basah (a+b) (gr)	Berat Kering (a+b) (gr)	Plankton per 100 ml				Berat Kering (gr/L)	Rerata
	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)		Kadar Air (%)	Kadar Kering (%)						
A1	0.58	0.28	0.86	1.02	0.98	0.16	0.12	0.25	0.75	1.2	
A2	0.56	0.29	0.85	1.09	1.02	0.24	0.17	0.292	0.708	1.7	1.733
A3	0.52	0.30	0.82	1.11	1.05	0.29	0.23	0.207	0.793	2.3	
B1	0.49	0.32	0.81	1.67	1.21	0.86	0.40	0.535	0.465	4.0	
B2	0.52	0.29	0.81	1.69	1.19	0.88	0.38	0.568	0.432	3.8	3.600
B3	0.50	0.32	0.82	1.56	1.12	0.74	0.30	0.595	0.405	3.0	
C1	0.48	0.32	0.80	1.09	1.04	0.29	0.24	0.172	0.828	2.4	
C2	0.50	0.31	0.81	1.10	1.09	0.29	0.28	0.034	0.966	2.8	2.600
C3	0.53	0.31	0.84	1.12	1.1	0.28	0.26	0.071	0.929	2.6	
D1	0.52	0.29	0.81	0.96	0.87	0.15	0.06	0.600	0.400	0.6	
D2	0.56	0.29	0.85	0.99	0.88	0.14	0.03	0.786	0.214	0.3	0.567
D3	0.52	0.28	0.80	1.56	0.88	0.76	0.08	0.895	0.105	0.8	

**Lampiran 7. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov ( $p>0,05$ ) Biomassa *Nannochloropsis* sp.**

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		biomass a
N		12
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	1.608
	Std. Deviation	1.7728
Most Extreme	Absolute	.279
Differences	Positive	.279
	Negative	-.197
Kolmogorov-Smirnov Z		.967
Asymp. Sig. (2-tailed)		.307

a. Test distribution is Normal.

**Lampiran 8. Perhitungan Statistik Biomassa kering *Nannochloropsis* sp. (g/l)**

<b>Perlakuan</b>	<b>Ulangan</b>			<b>Total</b>	<b>Rata-Rata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
A	1.2	1.7	2.3	5.20	1.733
B	4	3.8	3	10.80	3.600
C	2.4	2.8	2.6	7.8	2.600
D	0.6	0.3	0.8	1.70	0.567
	<b>Total</b>			<b>25.50</b>	

**Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK)**

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi} &= \frac{G^2}{n} \\ &= \frac{25.50^2}{12} \\ &= 54.1875 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + D_3^2) - FK \\ &= (1,2^2 + 1,7^2 + 2,3^2 + \dots + 0,8^2) - 54.1875 \\ &= 17.7725 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum A^2) + (\sum B^2) + (\sum C^2) + (\sum D^2)}{r} - FK \\ &= \frac{(5.20^2) + (10.80^2) + (7.8^2) + (1.70^2)}{3} - 54.1875 \\ &= 14.9492 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 17.7725 - 14.9492 \\ &= 2.8233 \end{aligned}$$

### Lampiran 8 (lanjutan)

Tabel sidik ragam Biomassa kering *Nannochloropsis* sp.

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	.9492	4.98306			
Acak	8	3233	0.35292	14.12**	4.07	7.59
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>.7725</b>	<b>1.61568</b>			

Keterangan :

\*\* : berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil sidik ragam di atas  $F 1\% < F \text{ hitung} > F 5\%$  maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (\*\*), sehingga dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

#### Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \cdot KT \text{ Acak}}{\text{Ulangan}}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 0,35292}{3}}$$

$$= 0,4851$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= t 5\% \times \text{SED} \\ &= 2,306 \times 0,4851 \end{aligned}$$

$$= 1.11854$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 1\% &= t 1\% \times \text{SED} \\ &= 3,355 \times 0,4851 \\ &= 1.62736 \end{aligned}$$



### Lampiran 8 (lanjutan)

Tabel Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%

Rata-Rata Perlakuan	D= 0.567	A= 1.733	C= 2.600	B= 3.600
D= 0.567	-	-	-	a
A= 1.733	1.167*	-	-	b
C= 2.600	2.033**	0.867 <sup>ns</sup>	-	c
B= 3.600	3.033**	1.867**	1.000 <sup>ns</sup>	d

Keterangan :

ns : tidak berbeda nyata

\* : berbeda nyata

\*\* : berbeda sangat nyata

### Polynomial Orthogonal

Perlakuan (x)	Total (Ti)	Pembanding (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
A	1.00	-3	1	-1
B	12.90	-1	-1	3
C	4.3	1	-1	-3
D	1.10	3	1	1
Q = $\Sigma(CiTi)$		-13.5	-11.7	5.5
Kr		60	12	60
JK = $Q^2/Kr$		3.0375	11.4075	0.5042

Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hit	F5%	F 1%
Perlakuan	3	14.949167	4.98306			
Linier	1	3.0375	3.0375	8.6068*		
Kuadratik	1	11.4075	11.4075	32.323**	5.3177	11.259
Kubik	1	0.5042	0.50417	1.4286 <sup>ns</sup>		
Acak	8	2.8233	0.35292			
Total	11	17.7725	1.61568			

Keterangan :

ns : tidak berbeda nyata

\* : berbeda nyata

\*\* : berbeda sangat nyata

### Lampiran 8 (lanjutan)

$$\begin{aligned}
 R^2 \text{ Linier} &= \frac{Jk \text{ Linier}}{Jk \text{ Linier} + JK \text{ Acak}} \\
 &= \frac{3.0375}{3.0375 + 2.8233} \\
 &= 0,5183
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien Korelasi (r)} &= \sqrt{0.8016} \\
 &= 0.8953
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R^2 \text{ Kuadratik} &= \frac{JK \text{ Kuadratik}}{Jk \text{ Kuadratik} + JK \text{ Acak}} \\
 &= \frac{11.4075}{11.4075 + 2.8233} \\
 &= 0,8016 \\
 R^2 \text{ Kubik} &= \frac{JK \text{ Kubik}}{Jk \text{ Kubik} + JK \text{ Acak}} \\
 &= \frac{0.5042}{0.5042 + 2.8233} \\
 &= 0,1515
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan  $R^2$  kubik <  $R^2$  kuadratik >  $R^2$  linier, sehingga regresi kuadratik sesuai untuk kurva respon.

$x_j$	3.5	4.5	5.5	6.5	$\Sigma x_j = 20$
$U_j$	-1.5	-0.5	0.5	1.5	$\Sigma U_j = 0$
$U_j^2$	2.25	0.25	0.25	2.25	$\Sigma U_j^2 = 5$
$U_j^4$	5.0625	0.0625	0.0625	5.0625	$\Sigma U_j^4 = 10.25$
$Y_{ij}$	5.20	10.80	7.80	1.70	$\Sigma Y_{ij} = 25.50$
$U_j Y_{ij}$	-7.8	-2.7	3.9	2.25	$\Sigma U_j Y_{ij} = -4.05$
$U_j^2 Y_{ij}$	11.75	2.7	1.95	3.825	$\Sigma U_j^2 Y_{ij} = 20.225$



### Lampiran 8 (lanjutan)

$$Y = bo + b1 \cdot x_j + b2 \cdot x_j^2$$

Untuk mencari koefisien  $bo$ ,  $b1$ , dan  $b2$  digunakan persamaan normal :

$$\sum Y_{ij} = bo \cdot n + b2 \cdot r \cdot \sum U_j^2$$

$$\sum U_j Y_{ij} = b1 \cdot r \cdot \sum U_j^2$$

$$\sum U_j^2 Y_{ij} = bo \cdot r \cdot \sum U_j^2 + b2 \cdot r \cdot \sum U_j^4$$

Keterangan

$Y_{ij}$  : nilai pengamatan

$X_j$  : nilai taraf dari pada faktor

$n$  : banyaknya pengamatan

persamaan :  $Y = -19.586 + 9.44x - 0.971x^2$

Dari Persamaan diperoleh  $Y$  :

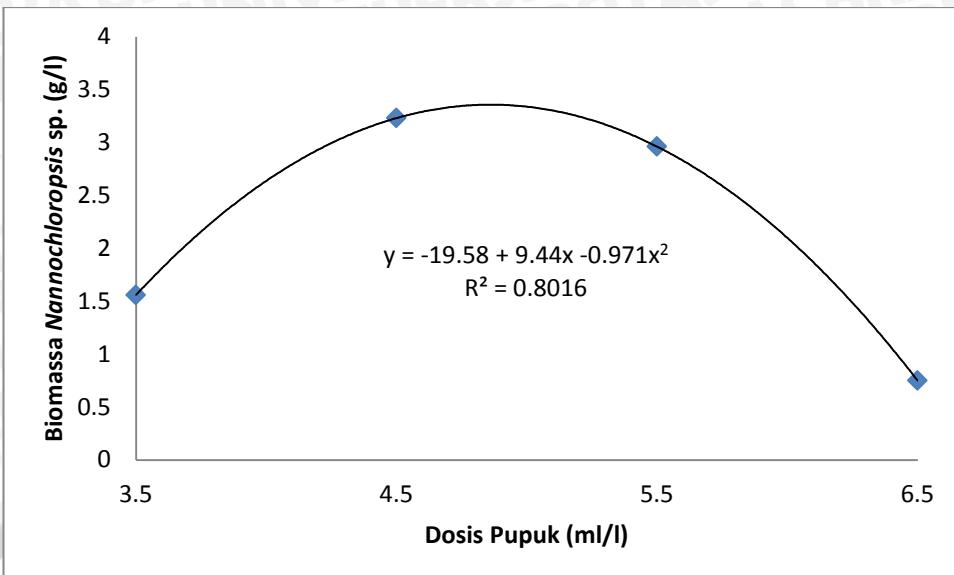
x	y
3.5	1.55925
4.5	3.23125
5.5	2.96125
6.5	0.74925

Untuk Membuat Grafik Trend Line Berdasar Seri 4 Dari Y

Sumbu X	Sumbu Y			Rerata
	1	2	3	
3.5	1.2	1.7	2.3	1.55925
4.5	4	3.8	3	3.23125
5.5	2.4	2.8	2.6	2.96125
6.5	0.6	0.3	0.8	0.74925



### Lampiran 8 (lanjutan)



$$\text{Persamaan : } y = -19.58 + 9.44x - 0.971x^2$$

Titik optimal

$$y/x = -19.58x^{-1} + 9.44 - 0.971x$$

$$0 = 19.58x^{-2} - 0.971$$

$$0.971 = 19.58/x^2$$

$$x = \sqrt{\frac{19.58}{0.971}}$$

$$= \sqrt{20.165}$$

$$= 4.49$$

$$\text{Maka } y = -19.58 + 9.44(4.49) - 0.971(4.49^2)$$

$$= -19.58 + 42.386 - 19.58$$

$$= 3.231$$

**Lampiran 9. Data Pengukuran Suhu (°C) selama pengamatan**

Pengamatan Hari ke	Waktu	A			B			C			D		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Pagi	25	25	26	25.5	26.5	26	27	28	25	26	27	27
	Siang	26	29	29	27	30	29	28	29	28.5	28	30	30
2	Pagi	25	28	28	26	29	29	27	27.5	28	27	30	30
	Siang	26.5	29	29	28	30	29.5	28	29	29	28	30	28.5
3	Pagi	24	26.5	26.5	26	28.5	28	26.5	27	27	26.5	30	30
	Siang	25	28	27	27	28	27.5	28	27.5	27.5	30	27.5	30
4	Pagi	24	26.5	26.5	25	28	27	26.5	26.5	27	26.5	30	30
	Siang	27.5	30	29.5	28	31.5	30	28.5	29.5	29.5	29	30	32
5	Pagi	25	29	27	27	29.5	29	27.5	28	28	27.5	30	31
	Siang	30	29	27.5	28	31	27	28	28	29	29.5	30	31
6	Pagi	26	25	27	27	28	26.5	25.5	27	28	28.5	27	27
	Siang	29	26	27.5	29	27	26.5	27	27	27	29	29.5	30
7	Pagi	25	25.5	27	26	26.5	28	27	27	26.5	26	29	28
	Siang	28	26	26.5	27	27	26	27.5	28	25	25	25.5	27
8	Pagi	26	25	26	25	27	27	26.5	26	25	25	27	28
	Siang	30	29	28	28	28.5	29	30	29.5	28	27	29	31

**Lampiran 10. Data Pengukuran pH selama Pemeliharaan**

Pengamatan Hari ke	Waktu	A			B			C			D		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Pagi	7.7	6.55	7.65	6.83	7.59	6.87	7.86	7.25	7.08	6.99	6.89	6.9
	Siang	7.76	6.7	6.86	6.82	7.67	6.82	7.69	7.1	6.91	6.95	6.89	6.99
2	Pagi	7.31	7.69	7.31	7.57	7.22	7.35	7.28	7.36	7.31	7.3	6.28	7.57
	Siang	7.33	7.22	7.25	7.25	7.11	7.23	7.28	7.23	7.2	7.1	6.35	7
3	Pagi	7.41	7.36	7.22	7.18	7.47	7.29	7.31	7.38	7.44	6.41	6.44	7.43
	Siang	6.98	7.14	7.1	7.28	6.98	7.14	6.89	6.96	7.2	7.1	6.1	6.98
4	Pagi	7.18	7.49	7.48	7.25	7.38	7.35	7.56	7.41	7.4	7.3	7.3	6.39
	Siang	7.48	7.31	7.01	7.16	7.41	7.25	7.36	7.42	7.3	7.35	6.35	7.29
5	Pagi	8.07	7.85	7.86	7.8	7.88	8.27	7.96	8	7.87	7.12	7.12	6.98
	Siang	6.73	7.71	6.81	7.19	7.75	7.53	6.78	6.81	7.25	6.34	6.34	7.05
6	Pagi	7.11	7.21	7.07	6.56	7.15	7.35	7.61	6.96	7.77	6.34	7.34	6.29
	Siang	7.21	7.69	7.75	6.72	7.86	7.81	7.91	6.92	7.41	6.93	7.93	7.88
7	Pagi	7.51	7.24	7.22	7.4	7.42	7.57	7.56	7.49	7.55	7.43	7.43	7.4
	Siang	7.5	6.29	7.01	6.62	7.78	7.51	7.25	7.81	6.98	7.45	6.45	7.74
8	Pagi	7.18	7.09	6.64	7.59	7.96	7.71	6.75	7.81	7.95	7.49	6.68	6.49
	Siang	6.81	6.14	7.14	7.59	7.25	7.91	6.95	7.05	7.5	7.34	7.18	7.34

**Lampiran 11. Data Pengukuran Kandungan Nitrat selama Pemeliharaan**

Perlakuan	Hari ke	Ulangan		
		1	2	3
A	0	1.42	1.76	1.52
	5	1.08	1.26	0.21
	8	0.11	0.28	0.13
B	0	1.31	1.52	1.61
	5	1.08	1.28	1.22
	8	0.87	0.74	0.89
C	0	1.62	1.42	1.61
	5	1.42	1.33	1.68
	8	0.31	0.72	0.29
D	0	1.78	1.87	1.82
	5	0.62	0.69	1.32
	8	0.23	0.41	0.57



**Lampiran 12. Data pengukuran kandungan Fosfat selama Pemeliharaan**

Perlakuan	Hari ke	Ulangan		
		1	2	3
A	0	0.87	0.71	0.82
	5	0.28	0.25	0.27
	8	0.15	0.18	0.20
B	0	0.68	0.50	0.55
	5	0.30	0.42	0.37
	8	0.19	0.22	0.13
C	0	0.43	0.38	0.41
	5	0.16	0.15	0.20
	8	0.10	0.12	0.15
D	0	0.46	0.37	0.18
	5	0.13	0.14	0.10
	8	0.10	0.12	0.10



Lampiran 13.

Pengamatan	Wakt	A			B			C			D				
		n Hari ke	u	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Pagi	1	6.2	6.2	7.2	6.5	6.3	6.7	7.0	6.7	6.5	6.5	6.5	6.6	6.1
			1	0	2	4	5	7	2	3	9	1	2	2	
		2	6.1	6.2	6.5	6.9	6.5	6.2	6.8	6.0	6.9	6.0	6.1	6.6	6.6
	Siang	1	4	2	3	6	6	7	8	0	7	1	7	7	7
			4	2	3	6	6	7	8	0	7	1	7	7	7
		2	7.5	7.2	7.3	7.7	7.8	7.0	7.6	7.1	7.2	7.1	7.4	7.4	7.4
2	Pagi	1	3	4	2	2	5	8	2	9	5	5	6	8	8
			3	4	2	2	5	8	2	9	5	5	6	8	8
		2	6.5	6.8	7.2	7.0	7.1	7.2	7.9	6.8	6.0	7.1	6.6	6.8	6.8
	Siang	1	8	7	6	9	4	3	5	2	1	1	9	9	9
			8	7	6	9	4	3	5	2	1	1	9	9	9
		2	7.5	7.2	7.3	7.7	7.8	7.0	7.6	7.1	7.2	7.1	7.4	7.4	7.4
3	Pagi	1	6.3	6.9	7.4	7.3	7.0	6.6	6.7	6.6	7.0	7.0	7.5	6.0	6.0
			8	9	8	0	5	0	3	0	3	9	6	1	1
		2	6.5	6.6	7.1	7.4	6.6	6.9	7.2	7.4	6.6	6.8	6.8	6.8	6.7
	Siang	1	1	9	2	2	0	5	2	8	3	7	9	8	8
			1	9	2	2	0	5	2	8	3	7	9	8	8
		2	6.3	6.9	7.4	7.3	7.0	6.6	6.7	6.6	7.0	7.0	7.5	6.0	6.0
4	Pagi	1	7.7	6.6	7.3	6.9	7.3	7.2	7.3	7.7	6.6	7.1	6.9	7.3	7.3
			2	7	5	7	5	5	2	2	7	3	9	6	6
		2	6.9	6.7	6.7	6.6	6.5	6.4	6.0	6.7	7.1	6.4	6.4	7.2	7.2
	Siang	1	2	1	8	9	0	7	3	0	6	0	4	3	3
			2	1	8	9	0	7	3	0	6	0	4	3	3
		2	7.7	6.6	7.3	6.9	7.3	7.2	7.3	7.7	6.6	7.1	6.9	7.3	7.3
5	Pagi	6.8	7.7	7.7	7.9	7.9	7.7	7.8	7.8	7.5	7.5	7.9	7.5	7.9	7.9

		repo														
		0	3	3	3	3	3	1	2	5	1	9	6	3		
		6.9	7.8	7.0	6.9	7.2	7.8	7.6	6.8	7.7	7.9	7.6	7.6	7.2		
6	Siang	0	1	4	9	1	8	7	3	5	1	1	5	1	1	
	Pagi	7.2	6.2	7.0	7.1	7.5	7.9	6.9	7.5	7.6	6.0	7.7	7.8			
	Siang	0	9	9	5	4	3	7	8	9	9	9	4	4	9	
7	Pagi	7.0	7.3	7.2	7.4	7.4	7.2	7.5	7.5	7.2	7.5	7.5	7.2	7.2	7.4	
	Siang	0	6	7	9	2	3	9	9	4	6	0	5	5	7	
	Pagi	6.3	7.6	7.9	7.7	7.6	7.7	7.6	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.7	
8	Siang	4	2	0	9	5	6	6	8	4	2	4	2	2	9	
	Pagi	7.7	7.0	6.6	7.2	7.2	6.9	7.0	7.1	7.0	6.2	7.2	7.2	7.0		
	Siang	5	5	9	9	9	9	6	3	2	5	7	7	8		
9	Pagi	6.1	7.0	6.5	7.6	7.3	7.0	6.5	7.0	7.1	7.9	7.4	7.4	7.4		
	Siang	1	2	9	5	4	1	9	9	4	5	6	6	6	9	
	Pagi	7.3	6.9	7.7	7.3	6.9	7.3	7.1	7.2	7.7	7.0	7.2	7.5			
10	Siang	5	9	2	5	7	2	3	5	3	9	0	0	8		