

# I. PENDAHULUAN

## 1. Latar Belakang

Fitoplankton merupakan salah satu organisme yang mempunyai peranan sangat penting dalam suatu perairan, karena fitoplankton merupakan sumber makanan bagi ikan serta menyediakan oksigen dari proses fotosintesis yang sangat diperlukan oleh organisme lainnya. Pelezar (1986) mengemukakan bahwa fitoplankton merupakan dasar atau permulaan kebanyakan rantai makanan akuatik karena kegiatan fotosintesisnya dan sebab itu dinamakan produsen primer bahan organik.

Peranan Fitoplankton sebagai produsen dianggap merupakan ujung tombak bagi kelangsungan hidup biota yang ada dalam perairan. Disamping sebagai pakan alami juga sebagai indikator dalam penentuan nilai kualitas air. Tidak semua fitoplankton bermanfaat bagi kehidupan biota perairan karena ada beberapa jenis yang tidak dapat dimanfaatkan bahkan dianggap berbahaya karena dapat menyebabkan kematian ikan.

*Microcystis* merupakan salah satu jenis cyanobakter yang dapat tumbuh pada perairan yang mengandung mikroorganisme seperti virus, bakteri dan protozoa. *Microcystis sp* di daerah sub-tropis dapat menghasilkan *microcystin* yang merupakan endotoksin dan eksotoksin. Zat *microcystin* dapat menyerang syaraf dan hati, sehingga dapat mengakibatkan kematian pada hewan ternak yang memanfaatkan air yang mengandung alga tersebut disamping itu juga *microcystin* mengandung lendir yang menyebabkan *Microcystis aeruginosa* dapat saling menempel dan membentuk koloni (Kemka *et al.*,2006).

Kebutuhan nutrisi pada setiap alga tidaklah sama tergantung pada komposisi kimia yang diperlukan oleh jenis alga yang dikultur. Berkaitan dengan hal itu, banyak ahli sepakat bahwa unsur N dan P merupakan dua unsur yang mutlak harus tersedia dalam media kultur alga (Wahyudi, 1999). Nitrogen merupakan salah satu makronutrien yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas biomassa alga karena dibutuhkan untuk pembentukan protein, lemak dan klorofil (Richmond, 1998 *dalam* Klau, 2003).

Menurut Ekawati (2005) mikroalga memiliki kandungan asam lemak tak jenuh rantai panjang yang mencapai 9.3 %. Hal ini dianggap sebagai nilai unggul dari mikroalga, karena merupakan produk spesifik mikroalga yang jarang diproduksi oleh organisme lain, kandungan lemak mikroalga dapat dijadikan sebagai sumber biodiesel. Lemak dalam satu gram *Microcystis aeruginosa* dapat menghasilkan lemak 9,3 kkal, sedangkan karbohidrat dan protein hanya 4,1 kkal (Wirahadikusuma, 1986).

Fitoplankton dapat mensintesis bahan biomolekul kompleks yaitu lemak netral atau *Triacylglycerol* (TAGs). Pada kondisi yang sesuai beberapa alga dapat memproduksi lemak ini sampai 60 % dari jumlah berat keringnya. TAGs dapat diubah menjadi bentuk methyl atau ethyl ester yang menghasilkan bahan bakar yang biasa disebut biodiesel (Sheehan *at al*, 1998). Alga laut dan fitoplankton mensintesis omega-3 Pufa (Polyunsaturated Fatty Acid) dan mensintesis omega-6. Keluarga ganggang yang memiliki kandungan asam lemak Omega-3 tinggi, berkisar 20 - 45 persen dari seluruh kandungan asam lemaknya. Omega-3 pada dasarnya disintesis dari asam linoleat dan asam linolenat. Tiga bentuk asam lemak omega-3, yaitu: LNA (asam alfa-linolenat), EPA (eikosapentanoat) dan DHA (do-kosaheksaenoat). Asam lemak esensial juga prekursor omega-3 DHA, EPA, ALA (α linolenat), dan AA (asam arakhidonat).



Menurut Anonymous (2000) terjadi melalui tiga tahap:

1. Glikolisis.
2. Daur Krebs.
3. Transpor elektron respirasi.

1. Glikolisis:

Peristiwa perubahan glukosa menjadi asam piruvat:

*Glukosa*  $\rightarrow$  *Glukosa - 6 - fosfat*  $\rightarrow$  *Fruktosa 1,6 difosfat*  $\rightarrow$  *3 fosfogliseral dehid (PGAL) / Triosa fosfat*  $\rightarrow$  *Asam piruvat.*

Jadi hasil dari glikolisis :

- 1.1. (2) molekul asam piruvat.
- 1.2. (2) molekul NADH yang berfungsi sebagai sumber elektron berenergi tinggi.
- 1.3. (2) molekul ATP untuk setiap molekul glukosa.

2. Daur Krebs :

Daur Krebs (daur trikarboksilat) atau daur asam sitrat merupakan pembongkaran asam piruvat secara aerob menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  serta energi kimia

3. Rantai Transpor Elektron Respirasi

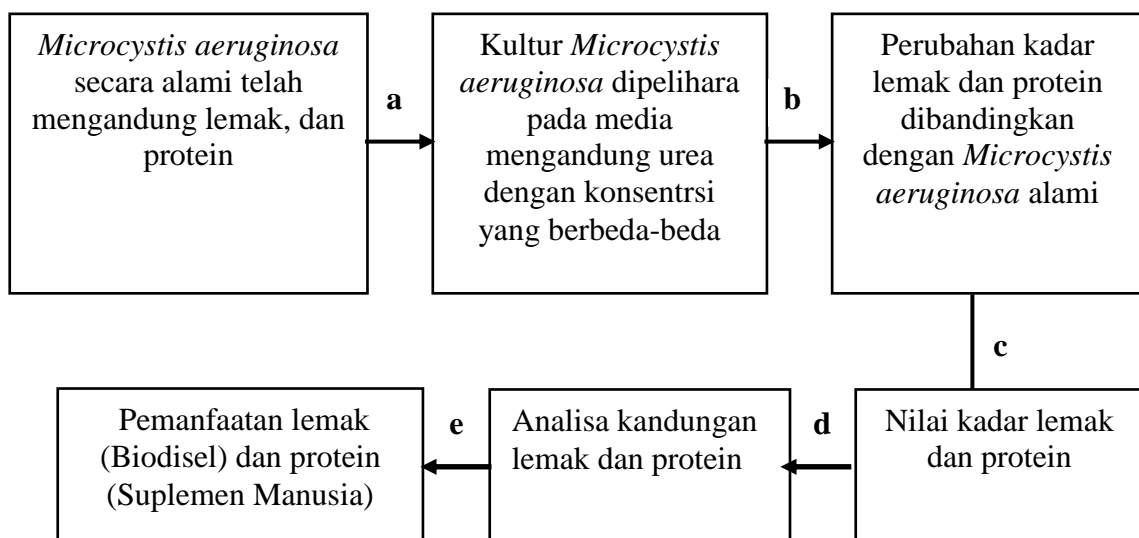
Dalam daur Krebs akan keluar elektron dan ion  $\text{H}^+$  yang dibawa sebagai NADH<sub>2</sub> ( $\text{NADH} + \text{H}^+ + 1$  elektron) dan FADH<sub>2</sub>, sehingga di dalam mitokondria akan terbentuk air, sebagai hasil sampingan respirasi selain  $\text{CO}_2$ . (dengan adanya siklus Krebs yang dilanjutkan dengan oksidasi melalui sistem pengangkutan elektron) Produk sampingan dari respirasi tersebut akan dibuang ke luar tubuh melalui stomata pada tumbuhan.

Pembongkaran 1 mol glukosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) +  $\text{O}_2 \rightarrow 6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{CO}_2$  menghasilkan energi sebanyak 38 ATP, Ketiga proses respirasi yang penting tersebut dapat diringkas seperti pada tabel 2.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini *microcystis* dipelihara pada media yang ditambahkan kadar nitrogen dengan harapan dapat diperoleh kadar lemak yang lebih besar dari *microcystis* yang diperoleh secara alami, sehingga alga *microcystis* yang selama ini diketahui kurang bermanfaat dapat memberikan manfaat yang lebih besar bagi manusia.

Diagram rumusan masalah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram rumusan masalah penelitian

### Keterangan

- Adanya blooming dari fitoplankton *Microcystis aeruginosa* secara alami memiliki potensi kandungan lemak dan protein .
- Dari potensi kandungan lemak dan protein, maka dilakukan kultur *Microcystis aeruginosa* yang dipelihara dalam aquarium pada media dengan kadar nitrogen yang berbeda-beda untuk mengetahui pengaruh pemberian nitrogen terhadap kandungan protein dan lemak.

- c. Hasil kultur *Microcystis aeruginosa* ingin diketahui adanya perubahan kadar lemak dan protein dengan pemberian konsentrasi nitrogen yang berbeda-beda dibandingkan dengan *Microcystis aeruginosa* yang hidup secara alami.
- d. Hasil penelitian dapat diketahui nilai kadar lemak dan protein pada *Microcystis aeruginosa* setelah diberikan perlakuan melalui analisa protein dan karbohidrat.
- e. Hasil perubahan kadar lemak dan protein pada media kultur maka perlu dilakukan pemanfaatan lainnya secara maksimal contohnya protein untuk protein sel tunggal (Suplemen tubuh bagi manusia).

Berdasarkan bagan tersebut diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

Pada medium kultur/pembiakan *Microcystis aeruginosa* dibutuhkan unsur nitrogen. Ketersediaan unsur ini dalam media dapat disuplai melalui pemupukan. Unsur nitrogen berfungsi untuk membentuk protein, lemak dan klorofil. Variasi dari konsentrasi kadar nitrogen, akan mempengaruhi kadar protein dan kadar lemak yang dihasilkan. Hal tersebut perlu diketahui, untuk mendapatkan suatu sel *Microcystis aeruginosa* yang dapat menghasilkan kadar protein maupun kadar lemak yang sesuai dengan keinginan. Sehingga kadar protein atau kadar lemak yang dihasilkan dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk kepentingan manusia seperti sebagai suplemen bagi tubuh. Pemberian nitrogen (urea) dengan konsentrasi yang rendah pada *Microcystis aeruginosa* akan menurunkan kadar protein sebaliknya dengan peningkatan konsentrasi nitrogen maka kadar protein akan bertambah (Qian Fang, 2008).

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui pengaruh penambahan urea yang berbeda terhadap perubahan kandungan lemak dan protein pada *Microcystis aeruginosa*

#### 1.4 Kegunaan Penelitian

1. Dapat mengetahui nilai kandungan lemak dan protein yang terdapat dalam *Microcystis aeruginosa* sebelum dan setelah pemberian konsentrasi nitrogen yang berbeda
2. Dapat menentukan konsentrasi nitrogen maksimum dalam produksi lemak dan protein pada *Microcystis aeruginosa*
3. Dapat memanfaatkan *Microcystis aeruginosa* yang dianggap sebagai fitoplankton yang tidak menguntungkan dan berbahaya.

#### 1.5 Hipotesis

Ho : Diduga bahwa pemberian konsentrasi nitrogen yang berbeda pada *Microcystis aeruginosa* tidak mempengaruhi terhadap kandungan protein dan lemak.

H<sub>1</sub> : Diduga bahwa pemberian konsentrasi nitrogen yang berbeda pada *Microcystis aeruginosa* berpengaruh terhadap kandungan protein dan lemak.

#### 1.6 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu – Ilmu Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan serta Laboratorium Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada bulan Juli – Agustus 2008.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Microcystis aeruginosa*

Fitoplankton sebagian besar merupakan organisme autotropik dan menjadi produsen primer bahan organik pada habitat akuatik. Phytoplankton tergantung pada aktivitas bakteri pengurai yang merubah material organik menjadi nutrisi anorganik, yang diperlukan oleh phytoplankton dalam fotosintesis (Herawati, 2005, Pelczar, 1986, Barus, 2002).

Pupuk Urea adalah pupuk kimia yang mengandung Nitrogen (N) berkadar tinggi. Unsur nitrogen merupakan zat hara yang sangat diperlukan tanaman. Pupuk Urea berbentuk butir-butir kristal berwarna putih, dengan rumus kimia  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ , Pupuk urea biasanya digunakan untuk memacu atau menumbuhkan phytoplankton yang bersifat stabil dan merupakan pupuk yang mudah larut dalam air, selain itu dapat membuat fitoplankton lebih hijau karena mengandung banyak klorofil A yang memiliki peran sangat penting untuk fotosintesis serta sifatnya sangat mudah menghisap air (higroskopis), pupuk urea mengandung unsur hara N sebesar 46% (Margocoy, 2008).

*Microcystis aeruginosa* (Gambar 2 dan 3) lebih dikenali sebagai alga biru-hijau dan kerap kali digolongkan bersama di dalam kumpulan bakteri. Perbedaan bakteri dengan *Microcystis aeruginosa* adalah pada pigmen fotosintesis yaitu chlorofil yang tidak dimiliki bakteri (Herawati, 2005).

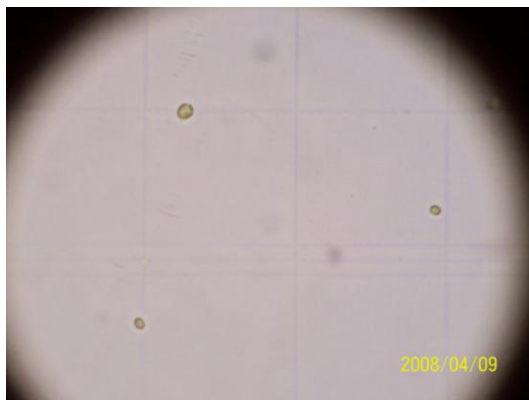
*Microcystis aeruginosa* dikelaskan sebagai cyanobakter karena memiliki sifat prokariot yang dicirikan oleh nukleus yang tidak dilindungi oleh membran. Di samping itu, pigmen fotosintesis tidak ditemui di kloroplasnya tetapi bertaburan di sitoplasma. Alga biru-hijau mempunyai beberapa pigmen termasuk klorofil, fikobilin dan karoten.



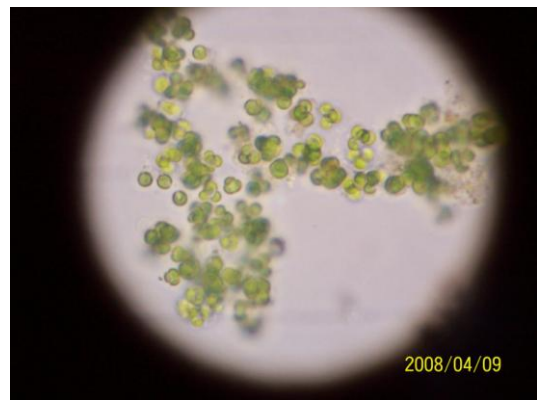
Fikobilin terbentuk dari dua pigmen utama, yaitu fikosianin yang berwarna biru dan fikoeitrin yang berwarna merah. Gabungan dari pigmen-pigmen yang memberi warna hijau kebiruan pada organisme ini (Anonymous, 1990). Dinding sel alga biru-hijau juga menyerupai dinding bakteri gram negatif. Namun alga biru-hijau masih berbeda dengan bakteri. Beberapa ahli taksonomi menyatakan alga biru-hijau merupakan satu kumpulan tersendiri (Herawati, 2005). Lebih lanjut disampaikan (Anonymous, 1990) sistematika

*Microcystis aeruginosa* sebagai berikut :

|         |   |                               |
|---------|---|-------------------------------|
| Divisi  | : | Cyanophyta                    |
| Kelas   | : | Cyanophyceae                  |
| Bangsa  | : | Nostocales                    |
| Suku    | : | Microcystiscaeae              |
| Marga   | : | Microcystis                   |
| Species | : | <i>Microcystis aeruginosa</i> |



Gambar 2  
*Microcystis aeruginosa* (Tidak Berkoloni)  
Diambil dengan kamera Sony  
7.2 Megapixel Perbesaran 400X



Gambar 3  
*Microcystis aeruginosa* (Berkoloni)  
Diambil dengan kamera Sony  
7.2 Megapixel Perbesaran 400X

## 2.2 Habitat Hidup *Microcystis aeruginosa*

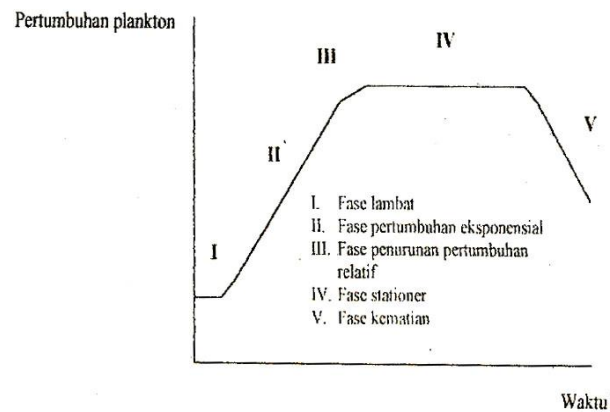
Alga biru-hijau sering membentuk satu populasi tersebar di permukaan air. Fenomena ini dikenali sebagai blooming alga yang biasanya terdiri dari genus *Lyngbya*, *Anabaena*, *Coelosphaerium*, *Microcystis* dan *Aphanizomenon*. Blooming alga ini akan menyebabkan perairan seolah-olah ditutupi oleh permadani hijau. Warna dan rasa air berubah, serta menghasilkan racun yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Di samping itu juga menghalangi masuknya cahaya matahari dan mengurangi kadar fotosintesis. Jenis alga *Microcystis aeruginosa*, sangat subur bila mendapatkan pupuk nitrat. (Anonymous, 2008).

Blooming blue-green alga biasanya terjadi di perairan tawar yang nilai tingkat pH rendah dan species *Microcystis aeruginosa* ini muncul pada musim panas sampai awal penghujan (Herawati, 2005). *Microcystis aeruginosa* dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik pada suhu 20<sup>0</sup>C dengan nilai pH berkisar antara 3-10 (Qian Fang, 2008)

## 2.3 Pertumbuhan *Microcystis aeruginosa*

Pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai penambahan secara teratur semua komponen di dalam sel hidup. Pada organisme multiseluler yang disebut pertumbuhan adalah peningkatan jumlah sel per organisme. Ukuran sel juga menjadi lebih besar. Pada organisme uniseluler (bersel tunggal), pertumbuhan adalah penambahan jumlah sel yang berarti juga penambahan jumlah organisme, misalnya pertumbuhan yang terjadi pada suatu kultur jasad renik. Menurut Fardiaz (1992), pada organisme soenositik (aseluler) selama pertumbuhan ukuran sel menjadi bertambah besar tetapi tidak terjadi pembelahan sel.

Wirosaputro (1998) mengatakan pertumbuhan fitoplankton sangat erat kaitannya dengan ketersediaan hara makro dan mikro serta dipengaruhi kondisi lingkungan. Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) berpendapat bahwa pertumbuhan fitoplankton ditandai dengan bertambah besarnya ukuran sel atau bertambah banyaknya jumlah sel. Secara skematik pola pertumbuhan fitoplankton dapat digambarkan seperti Gambar 4.



Gambar 4. Pola pertumbuhan Mikroalga (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995)

Pertumbuhan sel fitoplankton mengikuti suatu pola tertentu dimana terdapat 5 fase pertumbuhan yaitu :

#### 1. Fase istirahat

Terjadi setelah penambahan inokulum ke dalam media kultur, dimana fase ini berhubungan dengan beberapa faktor antara lain penurunan aktivitas enzim, penurunan tingkat metabolisme, peningkatan ukuran sel tetapi tak berkembangbiak.

#### 2. Fase logaritma/eksponensial

Fase ini ditandai dengan pembelahan sel dengan laju pertumbuhan sel secara cepat. Laju pertumbuhan biasanya relatif konstan dan nilainya tergantung pada ukuran sel, intensitas cahaya dan suhu. Cepat lambat pertumbuhan eksponensial pada kultur volume terbatas akhirnya akan berhenti.

Faktor-faktor yang menyebabkan hal ini adalah : habisnya nutrient, laju penyediaan karbondioksida, perubahan pH media sebagai hasil dari preferensi penyerapan unsur-unsur tertentu, penurunan intensitas cahaya dan Autoinhibition.

### 3. Fase berkurangnya pertumbuhan relatif

Fase ini ditandai dengan berkurangnya nutrisi, kecepatan suplai CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>, berubahnya pH, terbatasnya cahaya yang masuk dalam media serta adanya bahan yang beracun.

### 4. Fase stasioner

Pada fase ini laju reproduksi sama dengan laju kematian. Dengan demikian penambahan dan pengurangan jumlah fitoplankton relatif sama atau seimbang sehingga kepadatan fitoplankton tetap. Produksi pada fase stasioner juga tergantung pada kondisi alami dari faktor-faktor yang membatasi pertumbuhan.

### 5. Fase kematian

Fase kematian merupakan penurunan jumlah organisme kultur setelah melewati fase stasioner. Pada fase ini ditandai dengan laju kematian yang lebih tinggi daripada laju reproduksi.

## **2.4 Kandungan Lemak pada *Microcystis aeruginosa***

Mardiyanti (2003) kandungan lemak alga 28.75% dari berat organik atau dari berat sampel sebenarnya. Kandungan protein 21.36%-24.69% dan karbohidrat 17.65%-26.56% dari berat organiknya. Miranda, *et al.* (1998) dalam Ekawati (2005) menyatakan bahwa mikroalga memiliki kandungan asam lemak tak jenuh rantai panjang yang dianggap sebagai nilai unggul dari mikroalga dan merupakan produk spesifik mikroalga

yang tidak atau jarang diproduksi oleh organisme lain. Beberapa laporan penelitian mengaitkan kandungan asam lemak tak jenuh rantai panjang ini dengan peran kunci mikroalga sebagai sumber energi bagi ikan. Menurut Liviawaty (2005) lemak juga memiliki fungsi diantaranya :

- a. Merupakan sumber vitamin A, D, E, dan K yang larut dalam lemak.
- b. Merupakan komponen organ-organ utama dalam bentuk fosfolipid.
- c. Merupakan sumber asam lemak esensial.
- d. Merupakan cadangan energi

Menurut Wirahadikusuma (1985) lemak memiliki nilai kalori yang lebih tinggi dibandingkan dengan berbagai zat didalam makanan. Lemak miliki nilai kalori sebesar 9.4 kal/gr, protein dan karbohidrat 4.1 kal/gr, glukosa 3.75 kal/gr dan sukrosa 3.96 kal/gr yang pengukuran kalorinya menggunakan bom kalorimeter.

## **2.5 Kandungan Protein *Microcystis aeruginosa***

Nilai energi dari komponen protein mikroalga adalah 4,0 kkal/g; lemak 9,0 kkal/g; dan karbohidrat 4,0 kkal/g. Ratio optimal antara kalori dan protein berkisar antara 6,5 – 8,3 kkal dari *digestibility energy* tiap gram protein. (Liviawaty, 2005).

Menurut Lovell (1988) protein terdiri dari unsur – unsur C (50.0 – 55%), H (0.5 – 2.0%), N (15.5 – 18.0%) dengan rata – rata 16%, S (0.5 – 2.0%) dan P (0.1.5%).

Machiles (1987) dalam Ekawati (2005) menyatakan bahwa komponen penyusun protein adalah asam amino. Kualitas protein ditentukan oleh asam amino pembentuknya.

Semakin lengkap asam amino esensial sebagai pembentuk suatu protein, dikatakan protein tersebut semakin tinggi kualitasnya. Sekitar tiga perempat zat pada tubuh hewan

air adalah protein yang tersusun dari rantai panjang asam amino dimana gugus asam aminonya (-NH<sub>2</sub>) berikatan dengan (-COOH) atau kelompok karboxil (Fujaya,2004).

Perbandingan protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1 Komposisi protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat Alga dalam Zat Kering (%)**

| Komposisi Kimia                | Protein | Karbohidrat | Lemak | Nucleic Acid |
|--------------------------------|---------|-------------|-------|--------------|
| <i>Scenedesmus obliquus</i>    | 50-56   | 10-17       | 12-14 | 3-6          |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | 47      | -           | 1.9   | -            |
| <i>Scenedesmus dimorphus</i>   | 8-18    | 21-52       | 16-40 | -            |
| <i>Chlorella vulgaris</i>      | 51-58   | 12-17       | 14-22 | 4-5          |
| <i>Chlorella pyrenoidosa</i>   | 57      | 26          | 2     | -            |
| <i>Spirogyra sp.</i>           | 6-20    | 33-64       | 11-21 | -            |
| <i>Dunaliella bioculata</i>    | 49      | 4           | 8     | -            |
| <i>Dunaliella salina</i>       | 57      | 32          | 6     | -            |
| <i>Prymnesium parvum</i>       | 28-45   | 25-33       | 22-38 | 1-2          |
| <i>Tetraselmis maculate</i>    | 52      | 15          | 3     | -            |
| <i>Spirulina platensis</i>     | 46-63   | 8-14        | 4-9   | 2-5          |
| <i>Spirulina maxima</i>        | 60-71   | 13-16       | 6-7   | 3-4.5        |

Sumber: Becker (1994) dalam [www.Kamase.org](http://www.Kamase.org) (2008)

Persentase komponen protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat tergantung pada jenis alga. Komponen *fatty acids* atau asam lemak pada *Scenedesmus dimorphus* lebih dari 40%. *Fatty acids* merupakan salah satu komponen yang dapat diekstraksi dan diubah menjadi biodiesel (Anonymous, 2007). Nilai nutrisi beberapa spesies alga tergantung pada ukuran sel, daya cerna, produksi senyawa toksik dan komposisi biokimia. Berdasarkan komposisi kimia dari kelas dan alga yang berbeda terlihat bahwa komponen terbesar adalah protein, diikuti lemak dan karbohidrat. Persentase kandungan protein, lemak, dan karbohidrat berdasarkan berat kering masing-masing adalah 12 – 35 %; 7,2 – 23 % dan 4,6 – 23 % (Ekawati,2005)

## 2.6 Akibat yang Ditimbulkan dari blooming *Microcystis aeruginosa*

Blooming alga akan menyebabkan perubahan warna dan rasa air. Racun yang dihasilkan oleh spesies alga akan berbahaya bagi kesehatan manusia. Di samping itu, kehadirannya yang banyak di permukaan air akan menghalangi masuknya cahaya matahari dan mengurangi nilai kadar fotosintesis. Kemunculan alga *Microcystis aeruginosa* ini secara mendadak diikuti juga dengan kematian ikan yang mendadak (Widiyanti, 2008). Meningkatnya unsur hara di perairan akan meningkatkan biomassa jenis organisme primer, tetapi akan menurunkan jenis organisme konsumen. Salah satu contohnya adalah melimpahnya alga yang biasa didominasi oleh *blue green alga* (alga biru-hijau) dan berkembangnya gulma air (Agustiyani, 2004).

Peningkatan unsur hara akan berdampak pada meningkatnya jumlah kematian ikan dan sulitnya pengolahan air untuk air minum. Hal ini disebabkan karena adanya toksin hasil metabolisme alga yang dapat menyebabkan kematian bagi hewan air. Kondisi ini pernah terjadi di daerah sub-tropis pada alga jenis *Myrocystis* sp yang menghasilkan endotoksin dan eksotoksin. Hasil sekresinya disebut dengan *Mycrosystin*, dapat menyerang syaraf dan hati, sehingga dapat mengakibatkan kematian bagi hewan-hewan ternak yang memanfaatkan air tersebut (Kemka *et al.*, 2006).

## 2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan serta Kandungan Lemak, dan Protein pada Alga.

### 2.7.1 Nitrogen (N)

Nitrogen merupakan nutrisi utama yang sangat penting untuk respirasi, sintesis protein, formasi gen pertumbuhan alga, karena nitrogen merupakan elemen yang diperlukan dalam struktur protein, klorofil, RNA, DNA, beberapa co-enzim, dan vitamin (Wirawan, 1995). Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) adalah sumber nitrogen dalam air laut maupun air tawar

tersedia dalam bentuk ammonia, nitrit dan komponen organik, seperti kombinasi elemen ini sering dimanfaatkan oleh fitoplankton terutama kalau unsur nitrat terbatas (Haryadi 2003 & Chester 1990 *dalam* Herawati, 2005).

Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokan tingkat kesuburan perairan, misalkan pada perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0 – 1 mg/lt, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1 – 5 mg/lt, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat antara 5 – 50 mg/lt (Waider, 1996 *dalam* Effendi,2003). Pada umumnya nitrogen yang dibutuhkan oleh alga adalah dalam bentuk ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3^+$ ). Ion-ion amonium dan nitrat dan beberapa karbohidrat mengalami sintesis dan diubah menjadi asam amino, yang terjadi di dalam klorofil. Dengan demikian, apabila unsur nitrogen yang tersedia lebih banyak dari pada unsur lainnya, dapat dihasilkan protein lebih banyak (Subarijanti, 2002).

Pada saat kekurangan N maka sintesis asam amino yang menghasilkan protein juga berkurang. Kekurangan asam amino tersebut akan mengakibatkan penurunan kadar protein dalam sel (Goldman, 1980 *dalam* Falkowski dan Raven, 1997). Menurut Herawati (2005) sumber nitrogen terbesar dimana berasal dari udara, sekitar 80% dalam bentuk nitrogen bebas yang masuk melalui sistem fiksasi biologis dalam kondisi aerobik. Menurut Chester (1990), keberadaan nitrogen di perairan dapat berupa nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen anorganik terdiri atas ion nitrit ( $\text{NO}_2$ ), ion nitrat ( $\text{NO}_3$ ), ammonia ( $\text{NH}_3$ ), ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dan molekul  $\text{N}_2$  yang larut dalam air, sedangkan nitrogen organik berupa protein, asam amino dan urea akan mengendap dalam air.



Effendi (2003) menyatakan bahwa bentuk-bentuk nitrogen mengalami transformasi (ada yang melibatkan mikrobiologi dan ada yang tidak) sebagai bagian dari siklus nitrogen. Transformasi nitrogen secara mikrobiologi mencakup hal-hal sebagai berikut:

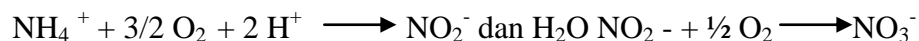
1. Asimilasi nitrogen anorganik (nitrat dan ammonium) oleh tumbuhan dan mikroorganisme (bakteri autorof) untuk membentuk nitrogen organik misalnya asam amino dan protein.

2. Fiksasi gas nitrogen menjadi ammonia dan nitrogen organik oleh mikroorganisme. Fiksasi gas nitrogen secara langsung dapat dilakukan oleh beberapa jenis alga Cyanophyta (alga biru) dan bakteri.  $N_2 + 3 H_2 \longrightarrow 2 NH_3$  (ammonia) atau  $NH_4^+$  (ion ammonium). Ion ammonium yang tidak berbahaya adalah bentuk nitrogen hasil hidrolisis ammonia yang berlangsung dalam kesetimbangan seperti reaksi berikut:



Kondisi pada pH tinggi (suasana basa) akan menyebabkan ion ammonium menjadi ammonium hidroksida yang tidak berdisosiasi dan bersifat racun.

3. Nitrifikasi yaitu oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat dapat dilakukan oleh bakteri aerob. Nitrifikasi berjalan secara optimum pada pH 8 dan berkurang secara nyata pada  $pH < 7$ .



*Nitrosomonas*

*Nitrosobacter*

Hasil oksidasi ini sangat reaktif dan mudah sekali larut, sehingga dapat langsung digunakan dalam proses biologis.

4. Amonifikasi nitrogen organik untuk menghasilkan ammonia selama proses dekomposisi bahan organik. Proses ini banyak dilakukan oleh mikroba dan jamur yang membutuhkan oksigen untuk mengubah senyawa organik menjadi karbondioksida. Selain itu, autolisis atau pecahnya sel dan eksresi ammonia oleh zooplankton dan ikan juga berperan sebagai pemasok ammonia.
5. Denitrifikasi yaitu reduksi nitrat menjadi nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dan molekul nitrogen ( $\text{N}_2$ ). Proses reduksi nitrat berjalan optimal pada kondisi anoksik (tak ada oksigen). Dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) adalah produk utama dari denitrifikasi pada perairan dengan kadar oksigen sangat rendah, sedangkan molekul nitrogen ( $\text{N}_2$ ) adalah produk utama dari proses denitrifikasi pada kondisi anaerob. Proses denitrifikasi akan berkurang atau lambat pada kondisi pH dan suhu rendah, tetapi akan berjalan optimum pada suhu rata-rata danau pada umumnya.

### 2.7.2 Karbon (C)

Unsur karbon dibutuhkan oleh tanaman dalam bentuk  $\text{CO}_2$  (karbondioksida). Karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) merupakan unsur utama dalam proses fotosintesis, sehingga sangat berperan dalam produksi karbohidrat dalam sel (Subarijanti, 2002). Pertumbuhan alga sangat dipengaruhi oleh kadar C yang ada dalam suatu perairan, karena merupakan unsur pembentuk karbohidrat dalam proses fotosintesis. Karbon merupakan salah satu unsur yang penting secara organik sebagai gula, asam dan alkohol untuk pertumbuhan alga (Le *at al.*, 1995 dalam Richmoun, 2005)

Menurut Barus (2002) karbohidrat sebagian besar dihasilkan dari proses fotosintesis yang memanfaatkan karbondioksida dengan bantuan air, cahaya matahari serta korofil yang dimiliki oleh alga dengan reaksi kimianya sebagai berikut :



### 2.7.3 Fosfor (P)

Fosfor (P) di perairan terdapat dalam tiga bentuk yaitu, metafosfat, polyfosfat ( $\text{PO}_4^-$ ), dan orthofosfat yang dimanfaatkan oleh alga. Orthofosfat memegang peranan penting dalam kebanyakan reaksi enzim yang tergantung pada fosforilase. Hal ini karena fosfor merupakan bagian dari inti sel, sangat penting dalam pembelahan sel dan juga sebagai penyusun lemak dan protein (Subarijanti, 2002)

Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuh-tumbuhan. Fosfor merupakan unsur yang sangat esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga, sehingga unsur ini menjadi faktor pembatas bagi tumbuhan dan alga akuatik, serta sangat mempengaruhi produktivitas perairan. Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik (Effendi, 2003). Seperti halnya nitrogen, fosfor merupakan unsur penting lainnya dalam ekosistem air. Zat-zat organik terutama protein mengandung gugus fosfor. ATP yang terdapat dalam sel makhluk hidup dan berperan penting dalam penyediaan energi mengandung fosfor yang akan diubah menjadi ADP setelah energi di gunakan (Barus, 2002).

### 2.7.4 Suhu

Menurut Herawati (2005) suhu berpengaruh langsung pada metabolisme serta fotosintesis yang menghasilkan oksigen. Pengaruh tidak langsung dari suhu adalah adanya stratifikasi air yang akan mempengaruhi metabolisme dan adaptasi fitoplankton didalamnya. Menurut Effendi (2003), peningkatan suhu perairan sebesar  $10^0\text{C}$  dalam batas toleransinya, akan menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebesar 2-3 kali lipat. Menurut Subarijanti (2000) peningkatan suhu tersebut juga menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba.

### 2.7.5 Lemak untuk biodiesel

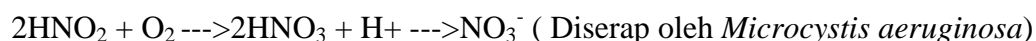
Kandungan lemak yang dapat digunakan untuk biodiesel pada *Microcystis aeruginosa* dalam kultur murni pada dosis 1 g/l, 10g/l, 100g/l berturut-turut adalah 12,00; 1,75 dan 6,20. Nilai pertumbuhan *Chlorella vulgaris* akan menurun jika dibudidayakan pada dosis kultur murni 1 g/l, 10g/l, 100g/l berturut-turut adalah 1,29; 0,85 dan 0,11. Hal ini berarti bahwa pertumbuhan pada *Microcystis aeruginosa* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan *Chlorella vulgaris* dengan pemberian dosis pupuk yang sama untuk hasil biodieselnnya (Birchall, 2008)

### 2.7.6 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH dapat mempengaruhi senyawa kimia dan toksisitas dari unsur-unsur renik yang terdapat di perairan, sebagai contoh H<sub>2</sub>S yang bersifat toksik banyak ditemui di perairan tercemar dan perairan dengan nilai pH rendah. Selain itu, pH juga mempengaruhi nilai BOD<sub>5</sub>, fosfat, nitrogen dan nutrisi lainnya (Dojildo and Best, 1992).

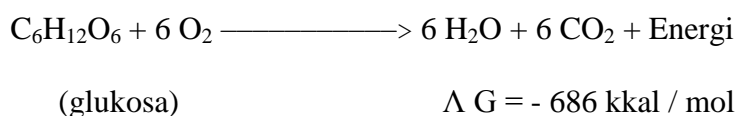
pH berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Sehingga dapat dikatakan pH secara tidak langsung mempengaruhi kandungan karbohidrat pada alga, karena karbondioksida dimanfaatkan oleh alga dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat dan oksigen. Pada pH 4 – 6,5 keberadaan karbondioksida di perairan terdapat dalam bentuk karbondioksida sedangkan pada pH 8,3, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tidak ditemukan lagi, sedangkan alga lebih menyukai karbondioksida sebagai sumber karbon dibandingkan dengan karbonat dan bikarbonat (Mackeret, *at al.* (1989) dalam Effendi, (2003),

*Microcystis* dapat menyerap unsur N dalam bentuk ion  $\text{NO}_3^-$  dan  $(\text{NH}_4)^+$  (Anonymous, 2008). Ion mana yang akan lebih dahulu diserap tergantung pada keadaan pH. Pada pH di atas 7 (keadaan basa) maka ion  $\text{NH}_4^+$  (amonium) yang akan lebih cepat diserap sedangkan pada pH dibawah 7 (keadaan asam) ion  $\text{NO}_3^-$  (nitrat) yang lebih besar peluang untuk diserap.:



### 2.7.7 Mekanisme Pembentukan Energi Pada *Microcystis aeruginosa*

Menurut Anonymous 2000 respirasi yaitu suatu proses pembebasan energi yang tersimpan dalam zat sumber energi melalui proses kimia dengan menggunakan oksigen. Proses respirasi akan menghasilkan energi kimia ATP, yang digunakan untuk kegiatan kehidupan, seperti sintesis (anabolisme), gerak dan pertumbuhan. Contoh: Respirasi ada Glukosa, akan terjadi reaksi sederhana sebagai berikut:



Menurut Anonymous (2000) terjadi melalui tiga tahap:

(1) Glikolisis. (2) Daur Krebs (3) Rantai Transpor Elektron Respirasi

1. Glikolisis (Peristiwa perubahan glukosa menjadi asam piruvat)

*Glukosa*  $\rightarrow$  *Glulosa - 6 - fosfat*  $\rightarrow$  *Fruktosa 1,6 difosfat*  $\rightarrow$  *3 fosfogliseral dehid (PGAL) / Triosa fosfat*  $\rightarrow$  *Asam piruvat.*

Jadi hasil dari glikolisis :

- 1.1. (2) molekul asam piruvat.
- 1.2. (2) molekul NADH yang berfungsi sebagai sumber elektron berenergi tinggi.
- 1.3. (2) molekul ATP untuk setiap molekul glukosa.

## 2. Daur Krebs :

Daur Krebs (daur trikarboksilat) atau daur asam sitrat merupakan pembongkaran asam piruvat secara aerob menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  serta energi kimia

## 3. Rantai Transpor Elektron Respirasi

Dalam daur Krebs akan keluar elektron dan ion  $\text{H}^+$  yang dibawa sebagai NADH<sub>2</sub> ( $\text{NADH} + \text{H}^+ + 1$  elektron) dan FADH<sub>2</sub>, sehingga di dalam mitokondria akan terbentuk air, sebagai hasil sampingan respirasi selain  $\text{CO}_2$ . (dengan adanya siklus Krebs yang dilanjutkan dengan oksidasi melalui sistem pengangkutan elektron) Produk sampingan dari respirasi tersebut akan dibuang ke luar tubuh melalui stomata pada tumbuhan.

Pembongkaran 1 mol glukosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) +  $\text{O}_2 \rightarrow 6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{CO}_2$  menghasilkan energi sebanyak 38 ATP, Ketiga proses respirasi yang penting tersebut dapat diringkas seperti pada tabel 2.

Tabel 2. proses terbentuk energi pada metabolisme

| PROSES   | AKSEPTOR         | ATP              |
|--|------------------|------------------|
| 1. Glikolisis:<br>Glukosa $\rightarrow$ 2 asam piruvat   | 2 NADH           | 2 ATP            |
| 2. Siklus Krebs:<br>2 asetil piruvat $\rightarrow$ 2 asetil KoA + 2 $\text{CO}_2$<br>2 asetil KoA $\rightarrow$ 4 $\text{CO}_2$  | 2 NADH<br>6 NADH | 2 ATP<br>2 PADH2 |
| 3. Rantai transpor elektron respirator:<br>10 NADH + 5 $\text{O}_2 \rightarrow$ 10 $\text{NAD}^+$ + 10 $\text{H}_2\text{O}$<br>2 FADH <sub>2</sub> + $\text{O}_2 \rightarrow$ 2 PAD + 2 $\text{H}_2\text{O}$ |                  | 30 ATP<br>4 ATP  |
|  | Total            | 38 ATP           |

### III. MATERI DAN METODE

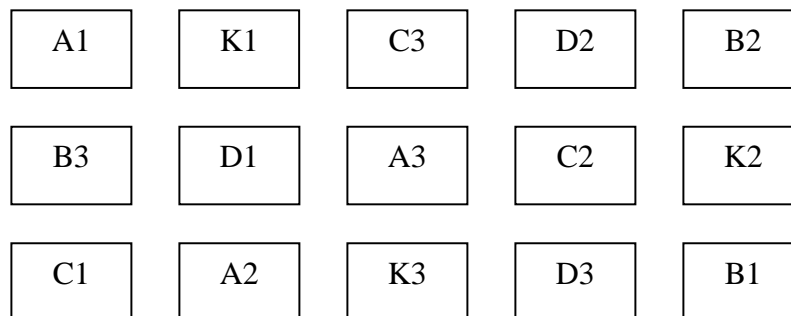
#### 1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yang dimaksudkan untuk mengetahui ada tidaknya akibat dari suatu yang dikenakan pada objek yang diselidiki, dengan kata lain penelitian menggunakan metode eksperimen ini mencoba meneliti ada tidaknya hubungan sebab akibat (Arikunto,2000).

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), karena media yang digunakan homogen, artinya tidak terdapat keragaman antara satuan percobaan, sehingga yang mempengaruhi hasil penelitian diduga hanya perlakuan dan faktor kebetulan saja (Steel dan Torrie, 1993). Dalam penelitian ini digunakan empat perlakuan dan satu kontrol dengan tiga kali ulangan untuk setiap perlakuan termasuk kontrol. Sebagai perlakuan adalah pemberian urea pada kultur *Microcystis aeruginosa* dengan konsentrasi nitrogen 0.2 mg/l, 0.4 mg/l, 0.8 mg/l dan 1.6 mg/l.

Penempatan aquarium percobaan dilakukan secara acak dengan denah penelitian seperti pada Gambar 5.



**Gambar 5. Denah Percobaan**

Keterangan :

|           |             |
|-----------|-------------|
| A, B, C,D | = Perlakuan |
| K         | = Kontrol   |
| 1, 2, 3   | = Ulangan   |

Menurut Piorreck (1984) dalam Becker (2005) pemberian konsentrasi nitrogen dengan peningkatan konsentrasi diatas atau sama dengan 0.01% akan menyebabkan kenaikan prosentase kandungan protein dan lemak, sebaliknya jika pemberian konsentrasi nitrogen dibawah 0.01% maka akan menyebabkan penurunan prosentase kandungan protein dan lemak pada *Microcystis aeruginosa*.

Hasil penelitian Qian fang (2008) pada kultur *Microcystis aeruginosa* membuktikan bahwa terdapat peningkatan kandungan protein yang sangat tinggi pada konsentrasi nitrogen 1.6 mg/l. Jika konsentrasi nitrogen lebih tinggi yaitu 18.7 mg/l kandungan protein akan mengalami penurunan menjadi 1.12%. Menurut BPPP (1992) dalam persiapan media yang digunakan untuk kultur *Microcystis aeruginosa* setiap satu liter air tawar perlu ditambahkan 1 ml pupuk media CFTRI sebagai pupuk penunjang hidupnya sebelum diberikan penambahan [N] urea. Tiap liter CFTRI mengandung :

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| a) Na HCO <sub>3</sub> = 4000 mg            | d) Mg SO <sub>4</sub> = 400 mg |
| b) K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> = 500 mg | e) Aquades = 1000 ml           |
| c) K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 1000 mg | f) Na Cl = 1000 mg             |

Subarijanti (2000) menyatakan bahwa nilai konsentrasi nitrogen yang ada di perairan secara alami berkisar antara 0.3 mg/l – 5 mg/l. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dalam penelitian ini digunakan konsentrasi nitrogen antara 0.2 mg/l sampai 1.6 mg/l dengan jumlah pupuk urea 0.42 mg/l – 3.33 mg/l (Tabel 3).



Tabel 3. Konsentrasi nitrogen dan jumlah pupuk urea yang digunakan

| Nilai Konsentrasi [N] | Jumlah Pupuk Urea | Ulangan       |
|-----------------------|-------------------|---------------|
| A = 0.2 mg/l          | 0.42 mg/l         | A1, A2 dan A3 |
| B = 0.4 mg/l          | 0.83 mg/l         | B1, B2 dan B3 |
| C = 0.8 mg/l          | 1.67 mg/l         | C1, C2 dan C3 |
| D = 1.6 mg/l          | 3.33 mg/l         | D1, D2 dan D3 |

### 3.2 Pembuatan Media *Microcystis aeruginosa* Dalam Perlakuan Dosis

Langkah awal disiapkan satu liter air tawar kemudian ditambahkan pupuk media CFTRI 1 ml dan dilarutkan dalam 1000 ml aquadest dengan ketentuan pemakaian 1 ml media = 1000 ml air tawar sampai homogen, setelah itu diaduk sampai homogen dengan menggunakan *magnetic stirer*, kemudian ditambahkan pupuk urea sesuai perlakuan dosis pada tabel 1.

#### 3.2.1 Persiapan Bibit *Microcystis aeruginosa*

1. Bibit diambil dari kultur murni budidaya pakan alami *Microcystis aeruginosa* di BBAP Situbondo.
2. Mempersiapkan stok kultur murni *Microcystis aeruginosa* sebanyak 20 liter.
3. Setelah media kultur *Microcystis aeruginosa* telah disiapkan didalam aquarium, maka sebelum dimasukkan stok kultur *Microcystis aeruginosa* sebanyak 20 liter dibagi menjadi 15 bagian sehingga setiap aquarium akan ditanam bibit *Microcystis aeruginosa* sebanyak 1000 ml.
4. Setelah dibagi, maka bibit *Microcystis aeruginosa* akan ditebar pada masing-masing aquarium.

### 3.2.2 Pelaksanaan Penelitian (Kultur *Microcystis aeruginosa*)

1. Masing-masing toples perlakuan diletakkan secara acak (sesuai denah penelitian).
2. Aquarium yang telah steril diisi dengan 20 liter air, dipasang aerasi yang cukup besar untuk membantu menambah kandungan oksigen dalam air yang diperlukan oleh plankton untuk proses metabolisme dan mencegah pengendapan plankton.
3. Masing-masing komposisi nutrisi dengan dosis 1ml/liter ditambahkan dalam media.
4. Perlakuan konsentrasi kadar urea ditambahkan dalam media dan ditunggu beberapa saat sampai medium tercampur dengan baik.
5. Dilakukan penebaran *Microcystis aeruginosa* dengan kepadatan awal 1 juta sel/ml. aquarium yang berisi kultur *Microcystis aeruginosa* ditempatkan dekat lampu TL 40 watt (2 buah) sebagai sumber energi untuk fotosintesis.
6. Pengamatan kelimpahan *Microcystis aeruginosa* dilakukan setiap hari yang dimulai hari pertama penebaran.

Pengamatan terhadap parameter pendukung dimulai pada hari pertama penebaran yaitu nitrat dan fosfat setiap 3 hari sekali, sedangkan suhu, pH, salinitas dan DO setiap hari.

### 3.2.3 Kelimpahan *Microcystis aeruginosa*

Perhitungan kelimpahan *Microcystis aeruginosa* dilakukan dibawah mikroskop dengan menggunakan Haemocytometer, dengan rumus :

$$\text{Jumlah Sel/ml} = \frac{\text{Rata-rata jumlah sel} \times 400 \text{ kotak} \times 10.000/\text{ml}}{\text{Kotak yang dihitung}}$$

Nilai kepadatan klorela dapat dihitung pada 400 kotak bila kepadatannya relatif rendah. Namun, bila kepadatan klorela sangat tinggi maka penghitungan hanya dilakukan pada beberapa kotak saja yang dipilih secara acak (Anonymous, 2008).

### 3.3. Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.3.1 Bahan – bahan penelitian

- Fitoplankton *Microcystis aeruginosa* diperoleh dari BBAP Situbondo
- Air Tawar
- Pupuk Urea atau pupuk NPK

#### 3.3.2 Alat – alat penelitian

- Plankton net
- Botol film
- Haemocytometer
- Aerator
- Toples
- DO meter & Erlenmeyer
- pH meter & Beaker glass
- Pipet tetes & Thermometer
- Mikroskop & Spektrofotometer
- Cover glass

### 3.4 Analisa Data

Data dianalisa secara statistik dengan menggunakan analisa keragaman yaitu (RAL). Apabila dari sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh beda nyata (*significant*) atau berbeda sangat nyata (*highly significant*), maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk membandingkan nilai antar perlakuan. Uji dilanjutkan dengan analisa regresi yang bertujuan untuk menentukan pengaruh perlakuan terbaik yang dapat menghasilkan nilai lemak dan protein tertinggi dengan jumlah konsentrasi nitrogen terendah.

### 3.5 Parameter Uji Fisika dan Kimia Air

Fisika – kimia yang diukur dalam penelitian ini antara lain : suhu , pH, nitrat, dan orthopospat pengukuran semua parameter tersebut menggunakan acuan (Anonymous, 2007).

### 3.5.1 Suhu

1. Thermometer dicelupkan kedalam akuarium yang akan diukur suhunya ditunggu  $\pm 30$  detik .
2. Kemudian langsung di baca skala yang terdapat pada thermometer dan dicatat hasilnya.

### 3.5.2 Nitrat

- Menyaring 100 ml air contoh dan tuangkan ke dalam cawan porselin.
- Diuapkan di atas pemanas air sampai kering, kemudian didinginkan.
- Menambahkan 2 ml asam fenoldisulfonik dan mengaduk dengan pengaduk gelas kemudian mengencerkan dengan menambah 10 ml aquades.
- Menambahkan  $\text{NH}_4\text{OH}$  (1-1) sampai terbentuk warna. Diencerkan dengan aquades sampai 100 ml, kemudian masukkan dalam tabung reaksi.
- Membandingkan warna air contoh dengan larutan standar nitrat (Tabel 4).  
Apabila menggunakan spektrofotometer, pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 380 nm.

Tabel 4. Larutan standart pembanding Nitrat-nitrogen

| Larutan standar nitrat (ppm) | Larutan menjadi (ml) | Nitrat – N dikandung (ppm) |
|------------------------------|----------------------|----------------------------|
| 0,1                          | 100                  | 0,01                       |
| 0,5                          | 100                  | 0,05                       |
| 1,00                         | 100                  | 0,10                       |
| 2,0                          | 100                  | 0,20                       |
| 5,0                          | 100                  | 0,50                       |
| 10,0                         | 100                  | 1,00                       |

### 3.5.3 pH

1. Mencelupkan pH paper pada air sampel selama  $\pm 2$  detik.
2. Mengangkat kertas pH yang telah dicelupkan kemudian dan dikeringkan.
3. Membaca nilai pH dengan mencocokkan warna pH dengan warna yang berada pada kotak indikator pH.

### 3.5.4 Orthofosfat

- Menambahkan 2 ml larutan ammonium molybdate-asam sulfat ke dalam masing-masing larutan standar yang telah dibuat dan digoyangkan sampai larutan bercampur.
- Menambahkan 5 tetes larutan  $\text{SnCl}_2$  dan dikocok. Warna biru akan timbul (10-12 menit) sesuai dengan kadar fosfornya.
- Mengukur dan mennuangkan 50 ml air contoh ke dalam erlenmeyer.
- Menambahkan 2 ml larutan ammonium molybdate dan dikocok.
- Membandingkan warna biru dari air contoh dengan larutan standar (Tabel 5), baik secara visual.

Tabel 5. Larutan standart pembanding fosfat

| Larutan standar pembanding | Larutan standar fosfor (mg/l) |
|----------------------------|-------------------------------|
| 0,025                      | 0,25                          |
| 0,05                       | 0,5                           |
| 0,10                       | 1,0                           |
| 0,25                       | 2,5                           |
| 0,50                       | 5,0                           |
| 0,75                       | 7,5                           |

### 3.5.5 Analisa kandungan Lemak dan Protein

Analisa lemak pada *Microcystis aeruginosa* diukur menggunakan metode soxhlet AOAC 1984, analisa kadar protein diukur menggunakan metode kjeldahl, analisa kadar air menggunakan metode oven, analisa kadar abu menggunakan metode total abu. Pengukuran semua parameter tersebut menggunakan acuan (Sudarmadji, 1996).

#### a. Analisa Kadar Lemak

Sebanyak 5 gram sampel *Microcystis aeruginosa* yang telah kering oven dibungkus dengan kertas saring, lalu dimasukkan ke dalam labu Soxhlet, sementara petroleum eter dimasukkan ke dalam labu lemak yang telah ditimbang beratnya. Selanjutnya diekstrak selama 5 jam, kemudian didestilasi dengan pelarut alkohol yang ada di dalam labu lemak, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105<sup>0</sup>C (Lampiran 4),.

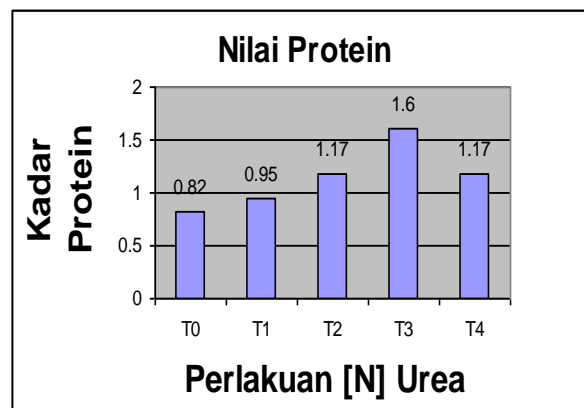
#### b. Analisa Kadar Protein (Metode Kjeldahl)

Kadar protein ditentukan berdasarkan jumlah N yang menunjukkan protein kasar dengan asumsi bahwa 16 % dari protein di alam ini terdiri dari unsur nitrogen, sehingga penentuan protein dengan metode ini didasarkan pada total N. Kadar N yang terukur dikalikan dengan 6,25. Prinsip dari metode Kjeldahl ini adalah dengan mencerna (digest) bahan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat sehingga N protein terurai dan membentuk (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Setelah dicerna ditambahkan larutan NaOH sehingga ammonium sulfat membentuk NH<sub>3</sub> yang selanjutnya didestilasi dan ditampung dalam asam borat menjadi NH<sub>4</sub>BO<sub>3</sub> dan dititrasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Lampiran 5).

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kandungan Protein

Kandungan protein *Microcystis aeruginosa* yang tidak ditambah urea (kontrol) sebesar 0,82 % memiliki nilai yang lebih rendah dari pada *Microcystis aeruginosa* yang ditambah urea pada medianya. Penambahan urea berturut-turut sebesar 0.2 mg/l, 0.4 mg/l, 0.8 mg/l, 1.6 mg/l menghasilkan kandungan protein sebesar 0.95%, 1.17%, 1.6%, 1.17% sebagaimana disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Nilai Protein

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Restika (2008) di Waduk Selorejo pada populasi *Microcystis aeruginosa* dengan kepadatan 64%; mengandung kadar protein 1,87% pada komunitas *Chorella Vulgaris* dengan kepadatan 57%; mengandung kadar protein 6,14%. Penelitian Kautsari (2008) pada *Spirulina sp* dengan jumlah kepadatan 68 %; mengandung protein 3,32 %. Pengukuran kadar protein Widiastuti (2008) pada *Microcystis aeruginosa* dengan jumlah kepadatan 72 %; mengandung kadar protein 0,84%; kadar protein *Anabaena* 2,20%; jumlah kepadatan *Spirulina sp* 68 % mengandung protein 1,4%; *Chorella vulgaris* dengan kepadatan 65 % mengandung kadar protein 2,32%.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian tersebut rata-rata nilai protein lebih rendah dengan pemberian [N] urea 1,6 mg/l yaitu 1,6%. Diduga pada penambahan [N] urea 1,6 mg/l protein banyak diubah menjadi lemak dalam proses metabolismenya. Pada umumnya nitrogen yang dibutuhkan oleh alga adalah dalam bentuk amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3^+$ ). Ion-ion amonium dan nitrat dan beberapa karbohidrat mengalami sintesis dan diubah menjadi asam amino, yang terjadi di dalam klorofil. Dengan demikian, apabila unsur nitrogen yang tersedia lebih banyak dari pada unsur lainnya akan dapat dihasilkan protein lebih banyak (Subarijanti, 2000).

Untuk mengetahui perbedaan kadar protein antar perlakuan, maka dilakukan analisa data menggunakan analisis sidik ragam (Tabel 6). Hasil perhitungan analisis sidik ragam menunjukkan nilai F hitung = 61,75; nilai tersebut ternyata lebih besar dari nilai F Tabel 1 % (6,22). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan urea yang berbeda ([N] 0,2 mg/l; [N] 0,4 mg/l; [N] 0,8 mg/l; [N] 1,6 mg/l) pada *Microcystis aeruginosa* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kadar protein. Oleh karena nilai F hitung lebih besar dari F Tabel 1 %, maka perhitungan kemudian dilanjutkan dengan uji BNT (Tabel 7).

Tabel 6. Analisa Sidik Ragam Kadar Protein

| Sumber Keragaman | Db | JK   | KT   | F Hitung | F 1% | F 5% |
|------------------|----|------|------|----------|------|------|
| Perlakuan        | 3  | 7,4  | 2,47 | 61,75**  | 6,22 | 3,89 |
| Galat            | 11 | 0,49 | 0,04 |          |      |      |
| Total            | 14 |      |      |          |      |      |

Keterangan : \*\* (berbeda sangat nyata)

Hasil uji BNT (Tabel 7) menunjukkan bahwa perlakuan [N] 0,8 mg/l dan (T0) menunjukkan hasil yang berbeda dengan perlakuan [N] 0,2 mg/l (T1). Perlakuan [N] 0,4 mg/l (T2), perlakuan [N] 1,6 mg/l (T4) juga menunjukkan hasil yang berbeda dengan



T3 dan T1. Pada T3 memiliki kadar protein tertinggi karena merupakan nilai maksimal pertumbuhan plankton, setelah dilakukan peningkatan penambahan [N] 1,6 mg/l kepadatan plankton mengalami penurunan diduga plankton telah banyak yang mati dan tidak melakukan aktivitas pembelahan sel. Pada T0 memiliki kadar protein terendah karena tidak ditambah [N] urea, protein pada T2 dan T4 memiliki kadar yang sama diduga karena adanya penambahan [N] urea 0,4 mg/l menyebabkan peningkatan kadar protein, dan pada konsentrasi [N] 0,8 mg/l mengalami pertumbuhan yang maksimal sehingga kadar protein yang sama dengan penambahan [N] urea 1,6 mg/l.

Tabel 7. Uji BNT Kadar Protein

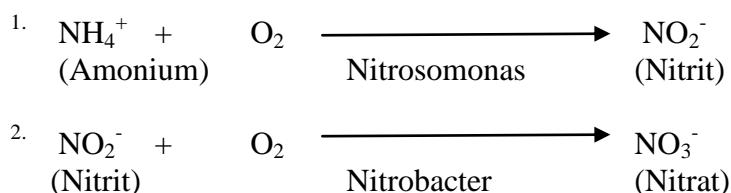
| Perlakuan (mg/l) | Rata-rata Perlakuan | Notasi |
|------------------|---------------------|--------|
| 0                | 5,19                | a      |
| 0.2              | 5,59                | b      |
| 0.4              | 6,21                | c      |
| 0.8              | 6,21                | c      |
| 1.6              | 7,26                | d      |

Adanya perubahan dari kadar protein, karena perbedaan penambahan nitrogen (urea) yang merupakan penyusun dari asam amino yang nantinya akan diubah menjadi polipeptida dan akhirnya menjadi protein, oleh karena itu didapatkan rata-rata hasil kandungan protein yang lebih tinggi dari pada rata-rata kandungan lemak karena dengan penambahan nitrogen akan semakin meningkatkan kandungan protein (Suminar, 1993).

Proses perombakan protein menjadi lemak dimulai dari asam amino yang merupakan penyusun utama protein yang dihasilkan dari Asetil koA, diubah menjadi asam lemak kemudian akan mengalami esterifikasi menjadi trigliserol atau lemak (Meyes, 1987). Besarnya nilai lemak juga (Lampiran 2) dipengaruhi oleh jumlah protein karena lemak merupakan hasil dekomposisi atau perombakan dari protein (Anonymous, 2008).

Menurut Mayes (1987) proses perombakan nitrogen menjadi protein dimulai dari nitrogen dan glukosa hasil fotosintesis mengalami transaminasi kemudian terbentuk asam amino. Setelah itu masuk dalam siklus asam sitrat yang akan diubah menjadi  $2\text{CO}_2$  dan asam amino yang merupakan bahan utama penyusun protein dalam tubuh *Microcystis aeruginosa*. (Lampiran 3).

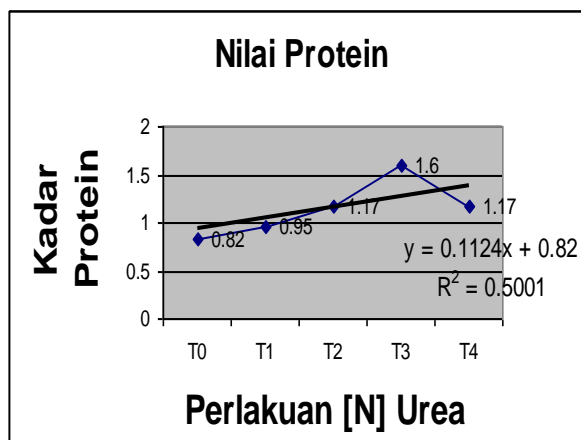
Sesuai dengan pernyataan dari Barus (2002) bahwa amonium merupakan produk yang dioksidasi oleh bakteri *Nitrosomonas* menjadi nitrit dan akhirnya oleh *Nitrosobacter* akan diubah menjadi nitrat. Proses penguraian ini dikenal dengan sebagai proses nitrifikasi yang dilakuakn oleh bakteri *Nitrosomonas*.



Nitrogen merupakan unsur utama bagi pertumbuhan alga, karena unsur N ini merupakan penyusun dari semua protein dan asam nukleik. Dengan demikian nitrogen merupakan penyusun protoplasma secara keseluruhan. Menurut Subarijanti (2005) bahwa nitrogen tidak selalu menjadi faktor pembatas, misalnya bagi jenis cyanobakter, walaupun unsur N merupakan bagian penting bagi protoplasma bagi cyanobakter tersebut. Bagi golongan Chlorophyceae nitrogen hanya kadang-kadang saja sebagai faktor pembatas.

Hasil uji regresi diperoleh persamaan  $y = 0.1124 x + 0,82$  .  $R^2 = 0.5001$  artinya pemberian perlakuan [N] urea pada *Microcystis aeruginosa* berpengaruh 50% terhadap kandungan protein. Hasil dari garis regresi tersebut menunjukkan adanya peningkatan protein seiring dengan penambahan konsentrasi nitrogen pada setiap perlakuan tetapi pada pemberian nitrogen pada konsentrasi 1,6 mg/l mengalami penurunan jumlah

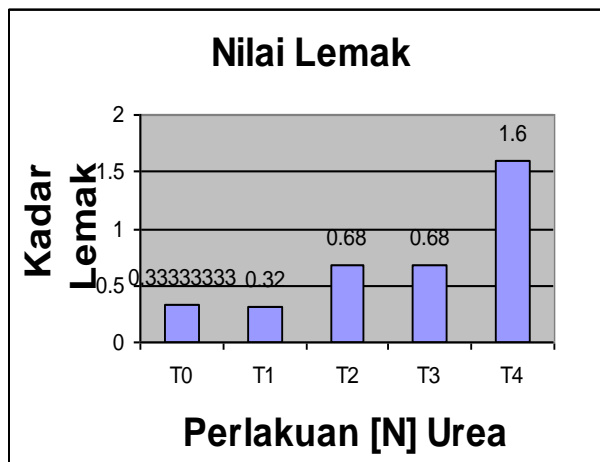
protein. Hasil regresi menunjukkan pada pemberian [N] urea 0,8 mg/l menghasilkan kadar protein tertinggi karena kepadatan plankton pada perlakuan tersebut memiliki jumlah yang lebih tinggi dari pada perlakuan lainnya.



Gambar 7. Regresi dari hasil pengamatan protein

#### 4.2 Kandungan Lemak

Kandungan lemak *Microcystis aeruginosa* yang tidak diberi perlakuan (kontrol) sebesar 0,33 %, lebih rendah dari pada *Microcystis aeruginosa* yang diberi penambahan urea pada medianya (Gambar 8). Kandungan lemak pada *Microcystis aeruginosa* yang diberi urea [N] 1,6 mg/l memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain. Seperti halnya dengan nilai protein, kadar lemak mengalami peningkatan dengan adanya peningkatan [N] urea dalam setiap perlakuan. Adanya nitrogen dalam media kultur akan menyebabkan peningkatan pertumbuhan dan metabolisme yang mengakibatkan adanya peningkatan jumlah lemak pada *Microcystis aeruginosa*.



Gambar 8. Diagram Kadar Lemak

Hasil beberapa penelitian yang dilakukan oleh Restika (2008) rata-rata populasi fitoplankton yang mengandung *Microcystis aeruginosa* dengan jumlah kepadatan 64% mengandung lemak 0,72% dan *Chorella Vulgaris* dengan jumlah kepadatan 57% mengandung lemak 0,95%. Sugiyono (2008) rata-rata kandungan lemak *Spirulina platensis* mengandung lemak 0,2% dan *Nannochloropsis* 0,3%. Kautsari (2008) pada *Spirulina platensis* dengan jumlah kepadatan 68 % mengandung lemak 0,5%. Widiastuti (2008) pada populasi *Microcystis aeruginosa* jumlah kepadatan 72 %; mengandung lemak 0,62%; *Anabaena* dengan kepadatan yang sama 72% mengandung lemak 0,56%; *Spirulina platensis* (jumlah kepadatan 68%) mengandung lemak 0,53%; *Chorella vulgaris* jumlah kepadatan 65 % mengandung lemak 0,74%.

Dalam penelitian ini nilai lemak lebih tinggi (1,6%) dari hasil penelitian Restika (2008), Sugiyono (2008), Kautsari (2008) dan Widiastuti (2008). Menurut Effendi (2003) bahwa nitrogen pada perairan digunakan oleh organisme perairan sebagai sumber pembentukan lemak dan protein yang digunakan untuk pertumbuhan dan metabolisme.

Untuk mengetahui perbedaan kadar lemak antar perlakuan, maka dilakukan analisa data menggunakan analisis sidik ragam (Tabel 8). Hasil perhitungan analisis sidik ragam menunjukkan nilai F hitung = 66.56, nilai tersebut ternyata lebih besar dari nilai F Tabel 1 % (6,22). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian perlakuan urea yang berbeda ([N] 0,2 mg/l; [N] 0,4 mg/l; [N] 0,8 mg/l; [N] 1,6 mg/l) pada *Microcystis aeruginosa* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kadar lemak.

Tabel 8. Analisa Sidik Ragam Kadar Lemak

| Sumber Keragaman | Db | JK    | KT    | F Hitung | F 1% | F 5% |
|------------------|----|-------|-------|----------|------|------|
| Perlakuan        | 3  | 31,95 | 10,65 | 66,56**  | 6,22 | 3,89 |
| Galat            | 11 | 1,27  | 0,16  |          |      |      |
| Total            | 14 |       |       |          |      |      |

Keterangan : \*\* (berbeda sangat nyata)

Perhitungan kemudian dilanjutkan dengan uji BNT (Tabel 9), hasil uji BNT tersebut menunjukkan bahwa [N] 0,2 mg/l (T1) dan kontrol (T0) menunjukkan tidak berbeda. Perlakuan lainnya (T2) menunjukkan hasil yang berbeda. Hasil uji BNT dapat menunjukkan bahwa hipotesis  $H_1$  terbukti yaitu dengan penambahan konsentrasi nitrogen akan meningkatkan kandungan lemak pada *Microcystis aeruginosa*.

Tabel 9. Uji BNT Kadar Lemak

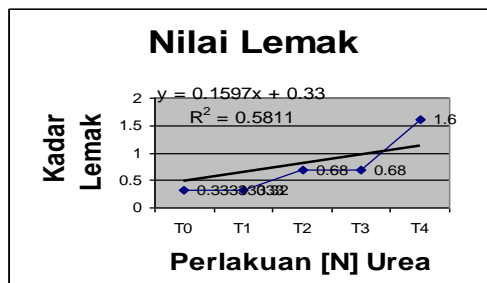
| Perlakuan (mg/l) | Rata-rata Perlakuan | Notasi |
|------------------|---------------------|--------|
| 0.2              | 3,24                | a      |
| 0                | 3,3                 | a      |
| 0.4              | 4,73                | b      |
| 0.8              | 4,73                | bc     |
| 0.6              | 7,26                | c      |

Kadar lemak pada perlakuan urea dari [N] 1,6 mg/l lebih tinggi dari perlakuan lainnya karena mengandung nitrogen yang lebih banyak, sehingga proses pertumbuhan dan metabolisme dapat berjalan lebih baik.

Kadar nitrat yang lebih tinggi maka metabolisme dari *Microcystis aeruginosa* akan semakin meningkat yang menyebabkan nilai lemak juga meningkat, peningkatan kandungan lemak pada *Microcystis aeruginosa* ini sebagai akibat adanya peningkatan konsentrasi nitrogen dalam perlakuan karena lemak berasal dari kandungan nitrat nitrogen (Effendi, 2003). Penguraian urea dibantu dengan glukosa hasil fotosintesis dalam proses metabolisme *Microcystis aeruginosa* akan menghasilkan lemak yang disebut triagliserida yang merupakan senyawa lipid utama yang terkandung dalam tumbuhan dan hewan (bahan makanan).

Lipid terdapat dalam tubuh makhluk hidup yang mempunyai peranan penting dalam proses metabolisme, secara umum sebagai energi cadangan dan pembentuk sel. Menurut Mayes (1987) proses perombakan nitrogen menjadi lemak pada proses metabolisme dimulai dari nitrogen yang mengalami proses transaminasi terbentuk glukosa dan asam amino. Proses dilanjutkan dengan pembentukan Asetil KoA yang akan mengalami lipogenesis. Setelah itu membentuk asam lemak yang akan mengalami proses yang akan menghasilkan triagliserol (lemak) yang merupakan lemak dalam tubuh *Microcystis aeruginosa* (lampiran 3). Untuk mengetahui hubungan antara perlakuan konsentrasi nitrogen dengan kandungan lemak dilakukan uji regresi seperti Gambar 9.

Hasil uji regresi dapat diketahui bahwa nilai lemak memiliki persamaan  $y = 0.1597 x + 0,33$  dengan nilai determinasi  $R^2 = 0.5811$  artinya pemberian perlakuan [N] urea pada *Microcystis aeruginosa* berpengaruh 58% terhadap kandungan lemak. Garis regresi menunjukkan adanya peningkatan kadar lemak seiring dengan penambahan konsentrasi nitrogen pada setiap perlakuan. Ini membuktikan bahwa penambahan [N] urea akan meningkatkan kandungan lemak pada *Microcystis aeruginosa*.

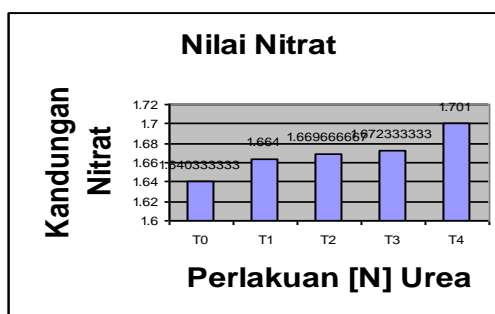


Gambar 9. Regresi dari hasil pengamatan lemak

### 4.3 Analisa Parameter Kualitas Air

#### 4.3.1 Kandungan Nitrat

Kandungan nitrat media kultur yang tidak diberi perlakuan (kontrol) sebesar 1,701 mg/l memiliki nilai yang lebih rendah dari pada media kultur yang ditambah urea. Penambahan urea berturut-turut sebesar 0.2 mg/l, 0.4 mg/l, 0.8 mg/l, 1.6 mg/l memiliki kandungan nitrat sebesar 1.664 mg/l, 1.670 mg/l, 1.692 mg/l, 1.701 mg/l (Gambar 10).



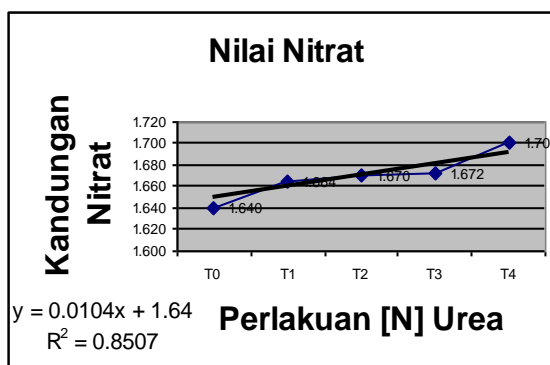
Gambar 10. Diagram Nilai Nitrat

Pada medium yang diberi penambahan [N] urea 1,6 mg/l menghasilkan nilai nitrat yang lebih tinggi (1,701 mg/l) dari pada perlakuan lainnya. Hasil perhitungan analisis sidik ragam pada kadar nitrat menunjukkan nilai F hitung = 6,40 yang lebih besar dari nilai F Tabel 1 % (6,22). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian urea pada media kultur berpengaruh sangat nyata terhadap kadar nitrat (Tabel 10). Oleh karena nilai F hitung lebih besar dari F Tabel 1 %, perhitungan dilanjutkan dengan uji BNT untuk mengetahui perbedaan penambahan terhadap kadar nitrat media kultur.

Tabel 10. Uji BNT Kadar Nitrat media kultur

| Perlakuan (mg/l) | Rata-rata | Notasi |
|------------------|-----------|--------|
| 0                | (1,640)   | a      |
| 0.2              | (1,664)   | b      |
| 0.4              | (1,670)   | bc     |
| 0.8              | (1,692)   | c      |
| 1.6              | (1,701)   | c      |

Hasil regresi (Gambar 11) dapat diketahui bahwa nitrat memiliki persamaan  $y = 0.0104x + 1.64$  dengan nilai determinasi  $R^2 = 0.8507$  artinya pemberian [N] urea berpengaruh 85% terhadap kandungan nitrat pada air media perlakuan. Hasil dari garis regresi menunjukkan adanya peningkatan, seiring dengan penambahan konsentrasi nitrogen pada setiap perlakuan.

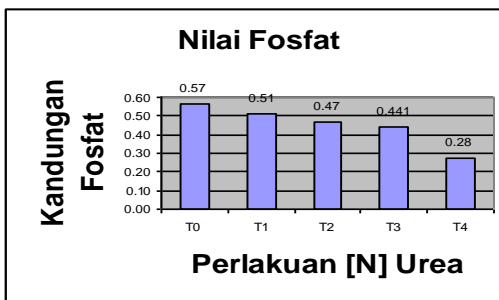


Gambar 11. Regresi Dari Hasil Pengamatan Nitrat

#### 4.3.2 Analisa Kandungan Fosfat

Kandungan fosfat media kultur yang tidak diberi penambahan urea (kontrol) sebesar 0.566 mg/l, lebih tinggi dari pada media kultur yang ditambah urea. Nilai fosfat yang dihasilkan dari penambahan urea berkisar 0,276 mg/l – 0,566 mg/l. (Gambar 12) dan untuk mengetahui perbedaan kadar fosfat antar perlakuan, maka dilakukan analisa data menggunakan analisis sidik ragam (Lampiran 8).





Gambar 12. Diagram Nilai Fosfat

Hasil perhitungan analisis sidik ragam menunjukkan nilai F hitung = 7,410 ternyata lebih besar dari nilai F Tabel 1 % (6,22). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian perlakuan urea berpengaruh nyata terhadap kadar fosfat. Oleh karena nilai F hitung lebih besar dari F Tabel 1 %. Maka perhitungan kemudian dilanjutkan dengan uji BNT untuk mengetahui perbedaan pengaruh yang diberikan oleh masing-masing perlakuan terhadap kadar fosfat media kultur (Tabel 11)

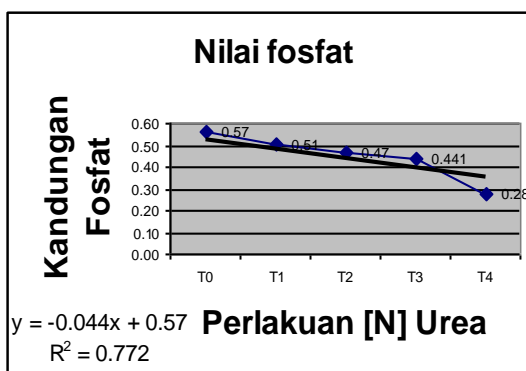
Tabel 11. Uji BNT Kadar Fosfat media kultur

| Perlakuan (mg/l) | Rata-rata | Notasi |
|------------------|-----------|--------|
| 1.6              | (0,276)   | a      |
| 0.8              | (0,440)   | b      |
| 0.4              | (0,468)   | bc     |
| 0.2              | (0,508)   | c      |
| 0                | (0,566)   | d      |

Perbedaan kadar pospat disebabkan adanya perbedaan pH antara T1 (9,13) dan T4 (8,76) karena nilai pH sangat mempengaruhi kandungan fosfat di media kultur. Effendi (2003) menyatakan bahwa kadar fosfor diperairan berubah secara terus-menerus, akibat proses dekomposisi dan sintesis antara fosfor bentuk organik dan bentuk anorganik yang dilakukan oleh mikroba. Menurut Subarijanti (2005) fosfor di air dapat berasal dari hasil metabolisme dan dekomposisi organisme yang telah mati dan sisa-sisa pupuk.

Adanya penurunan kandungan fosfat dari kontrol (tidak diberi urea) hingga penambahan [N] urea 1,6 mg/l disebabkan karena dengan pemberian [N] urea yang semakin meningkat. Artinya jika diberikan penambahan nitrogen maka pemanfaatan fosfat dalam media juga akan meningkat karena metabolisme dan pertumbuhan dari *Microcystis aeruginosa* yang semakin meningkat.

Perumusan ini disebabkan karena pemanfaatan kadar fosfat oleh *Microcystis aeruginosa* dalam bentuk orthofosfat dalam media kultur dapat menurunkan kandungan fosfat, yang dimanfaatkan sebagai salah satu sumber protein karena tidak ada perlakuan penambahan fosfat dalam media, dimana nitrogen sebagai regulator dalam pemanfaatan unsur hara (Komunikasi Pribadi Dengan Putut Widjanarko, 2008). Hubungan antara perlakuan penambahan nitrogen dengan kandungan fosfat dalam media dapat dilihat pada (Gambar 13).

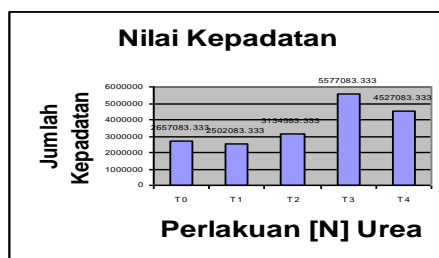


Gambar 13. Regresi kadar fosfat dengan penambahan urea

Hasil uji regresi diketahui nilai fosfat memiliki persamaan  $y = -0.044 x + 0,57$  dengan nilai determinasi  $R^2 = 0.772$  artinya pemberian [N] urea pada media perlakuan, 77% menurunkan kadar fosfat akibat meningkatnya jumlah kepadatan *Microcystis aeruginosa* tetapi tidak ada penambahan fosfat pada media.

#### 4.3.3 Jumlah Kepadatan *Microcystis aeruginosa*

*Microcystis aeruginosa* pada media kultur yang tidak diberi tambahan [N] urea (kontrol) sebesar 2.657.083 ind/ml, lebih rendah dari pada media kultur yang ditambah urea. Penambahan urea berturut-turut sebesar 0.2 mg/l, 0.4 mg/l, 0.8 mg/l, 1.6 mg/l diperoleh kepadatan *Microcystis aeruginosa* sebesar 2.502.083 ind/ml, 3.134.583 ind/ml, 5.577.083 ind/ml, 4.527.083 ind/ml (Gambar 14).



Gambar 14. Kepadatan *Microcystis aeruginosa* dengan kadar urea

Untuk mengetahui perbedaan jumlah kepadatan *Microcystis aeruginosa* antar perlakuan, dilakukan analisa data menggunakan analisis sidik ragam (Tabel 14). Hasil perhitungan analisis sidik ragam menunjukkan nilai F hitung = 7,97 nilai tersebut ternyata lebih besar dari nilai F Tabel 1 % (6,22). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian urea yang berbeda pada media kultur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kepadatan *Microcystis aeruginosa*. Oleh karena nilai F hitung lebih besar dari F Tabel 1 %, maka perhitungan kemudian dilanjutkan dengan uji BNT (Tabel 12) untuk mengetahui perbedaan pengaruh yang diberikan oleh masing-masing perlakuan terhadap jumlah kepadatan media kultur.

Tabel 12. Analisis Sidik Ragam Kepadatan *Microcystis aeruginosa*

| Sumber Keragaman | db | JK                     | KT                     | F Hitung | F 1% | F 5% |
|------------------|----|------------------------|------------------------|----------|------|------|
| Perlakuan        | 3  | 0,211x10 <sup>14</sup> | 0,070x10 <sup>14</sup> | 7,97**   | 6,22 | 3,89 |
| Galat            | 11 | 0,097x10 <sup>14</sup> | 0,009x10 <sup>14</sup> |          |      |      |
| Total            | 14 |                        |                        |          |      |      |

Keterangan : \*\* (berbeda sangat nyata)

Hasil uji BNT (Tabel 13) menunjukkan perlakuan [N] urea 0,2 mg/l (T1), tidak ditambah urea (kontrol) (T0) dan urea 0,4 mg/l (T2) menunjukkan hasil tidak berbeda. Penambahan urea 0,8 mg/l (T3) menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan [N] urea 0,2 mg/l (T1), perlakuan [N] urea 0,4 mg/l (T2) (kontrol) (T0), tetapi menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan [N] urea 1,6 mg/l (T4).

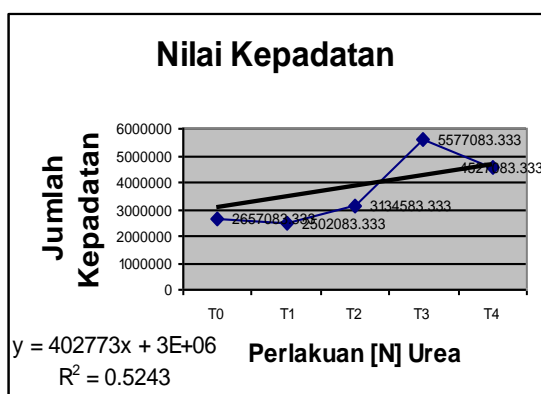
Perbedaan ini disebabkan karena pada kontrol dan perlakuan [N] 1,6 mg/l memiliki nilai nitrat, pH dan suhu yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya sehingga pertumbuhan dan metabolisme dari *Microcystis aeruginosa* menjadi lebih baik. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya peningkatan kadar protein dan lemak bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Tabel 13. Uji BNT Jumlah Kepadatan *Microcystis aeruginosa*

| Perlakuan (mg/l) | Rata-rata | Notasi |
|------------------|-----------|--------|
| 0.2              | 2.502.083 | a      |
| 0                | 2.657.083 | a      |
| 0.4              | 3.134.583 | a      |
| 0.8              | 5.577.083 | bc     |
| 1.6              | 4.527.083 | c      |

Menurut Subarijanti (2005) kadar nitrogen di perairan sangat kecil, umumnya kurang dari 5 ppm sedangkan batas minimal untuk pertumbuhan alga adalah 0,35 mg/l, pada perlakuan [N] 0,2 mg/l memiliki nilai kepadatan lebih rendah karena dengan pemberian [N] 0,2 mg/l termasuk rendah sekali untuk media perlakuan. Untuk mengetahui hubungan penambahan urea dengan jumlah kepadatan *Microcystis aeruginosa* dalam media kultur dilakukan uji regresi pada (Gambar 15).

Hasil uji regresi antara kadar urea dengan kepadatan *Microcystis aeruginosa* memiliki persamaan  $y = 402.773 x + 2.657.083$  dengan nilai determinasi  $R^2 = 0,5243$  artinya pemberian perlakuan [N] urea pada media berpengaruh 52% terhadap jumlah kepadatan *Microcystis aeruginosa*. Peningkatan jumlah *Microcystis aeruginosa* seiring dengan penambahan konsentrasi nitrogen pada setiap perlakuan sampai pada perlakuan [N] urea 1.6 mg/l.



Gambar 15. Regresi Penambahan [N] urea Dengan Jumlah Kepadatan

#### 4.3.4 Analisa Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter yang memiliki peranan sangat penting dalam proses metabolisme organisme akuatik. Nilai suhu yang diperoleh dari hasil pengamatan yang dilakukan selama 7 hari yaitu berkisar antara  $25^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$  tergolong baik untuk pertumbuhan *Microcystis aeruginosa*. Willcox (2000) menyatakan bahwa nilai suhu berkisar antara  $15^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$  sangat cocok untuk pertumbuhan optimal alga cyanophyta. Kenaikan suhu akan mempengaruhi jumlah nitrogen yang dapat diserap oleh *Microcystis aeruginosa*. Semakin tinggi suhu air dalam media perlakuan maka akan semakin banyak pula jumlah nitrogen yang dapat diserap oleh *Microcystis aeruginosa* Barus (2002).

#### 4.3.5 Analisa pH

Nilai pH yang diperoleh dari hasil pengamatan yang dilakukan selama 7 hari berkisar antara 8 – 9 tergolong baik untuk pertumbuhan *Microcystis aeruginosa*. Willcox (2000) menyatakan bahwa nilai pH berkisar antara 8-9 sangat cocok untuk pertumbuhan alga cyanophyta. Menurut Anonymous (2008) microcystis menyerap unsur N dalam bentuk ion  $(\text{NO}_3)^-$  dan  $(\text{NH}_4)^+$ . Pada pH di atas 7 (keadaan basa) maka ion  $\text{NH}_4^+$  (amonium) yang akan lebih cepat diserap sedangkan pada pH dibawah 7 (keadaan asam) maka ion  $\text{NO}_3^-$  (nitrat) yang lebih besar peluang untuk diserap.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Media kultur *Microcystis aeruginosa* sebelum diberikan penambahan [N] urea (kontrol) mengandung protein sebesar 0.81 % dan lemak 0.33%. Penambahan [N] urea dalam media kultur *Microcystis aeruginosa* pada [N] urea 0,2 mg/l menghasilkan kandungan protein 0,95 % dan lemak 0,32 %; penambahan urea 0,4 mg/l menghasilkan kandungan protein 1,17 % dan lemak 0,68 %; penambahan urea 0,8 mg/l menghasilkan kandungan protein 1,6 % dan lemak 0,68 %; penambahan urea 1,6 mg/l menghasilkan kandungan protein 1,17 % dan lemak 1,6 %.

Semakin tinggi kadar [N] urea maka akan semakin meningkat pula kadar protein dan lemak pada *Microcystis aeruginosa*, tetapi pada penambahan [N] urea 0,8 mg/l mengalami penurunan kadar protein karena merupakan, puncak pertumbuhan *Microcystis aeruginosa*. Hasil regresi menunjukkan penambahan urea pada media kultur *Microcystis aeruginosa* hanya  $\pm 50\%$  mempengaruhi kadar protein dan lemak.

### 5.2 Saran

Untuk mendapatkan *Microcystis aeruginosa* dengan kadar protein tinggi dan lemak rendah diperlukan penambahan [N] urea 0,8 mg/l. Tetapi jika diinginkan kadar protein dan lemak yang sama tinggi maka diperlukan penambahan [N] urea sebesar 1,6 mg/l sehingga dapat memanfaatkan sumber protein dan lemak dari *Microcystis aeruginosa* untuk kepentingan manusia, contohnya sebagai suplemen bagi tubuh.

Dilakukan penelitian lanjutan tentang uji efisiensi dan absorpsi pupuk urea terhadap kandungan lemak dan protein serta pertumbuhan pada *Microcystis aeruginosa*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2000 Proses **Glikolisis, Siklus Krebs dan Transport Elektron Pada Alga**. <https://www.was.org/Documents/MeetingPresentations/WA2005/691.pdf>, diakses pada tanggal 16-6-2008 pukul 07.05
- \_\_\_\_\_. 2000. **Respirasi**. [http://www.umy.ac.id/elschool/muallimin\\_muhammadiyah/file.php/1/materi/Biologi/protein](http://www.umy.ac.id/elschool/muallimin_muhammadiyah/file.php/1/materi/Biologi/protein). diakses pada tanggal 16-6-2008 pukul 07.34
- \_\_\_\_\_. 2007. **Penyediaan Pakan Untuk Pemeliharaan Larva** <http://hobiikan.blogspot.com/2008/11/pengembangan-alga.html> hmyocytometer 23-1-2008 pukul 15.34
- \_\_\_\_\_. 2007. **Panduan Praktikum Limnologi Analisa Kualitas Air**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- \_\_\_\_\_. 2007. **Panduan Praktikum Manajemen Pemberian Pakan Dan Nutrisi Ikan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- \_\_\_\_\_. 2008. **Fungsi Unsur Hara Bagi Alga**. <http://www.damandiri.or.id/file/marganofipbbab2.pdf>  
<http://fp.uns.ac.id/~hamasains/BAB%20VIDasgro.htm> diakses pada tanggal 10-7-2007 pukul 10.45
- \_\_\_\_\_. 2008. **Imagine From Alga to Biodiesel**. Maurick Collage. USA diakses pada tanggal 11-9-2008 pukul 12.49
- \_\_\_\_\_. 2008. **Environmental and Taxonomi of *Microsystis aeruginosa***. [www.ekologi.litbang.depkes.go.id](http://www.ekologi.litbang.depkes.go.id) diakses pada tanggal 23-1-2008 pukul 15.34
- Afrianto, Eddy dan Evi Liviawati. 2005. **Pakan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta
- Andayani, S. 2005. **Manajemen Kualitas Air Untuk Budidaya Perairan**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Arikunto, S. 2002. **Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktek**. Rineka Cipta.Jakarta.
- Arliza. 2005. **Pycocyanin Dari Mikroalga Bernilai Ekonomis Tinggi Sebagai Produk Industri**. [www. Oseana Volume XXX no.3 2005 27:26](http://www.Oseana Volume XXX no.3 2005 27:26) diakses pada tanggal 14-4-2008 pukul 12.30
- Barus, 2002. **Pengantar Limnologi**. FMIPA. Universitas Sumatra Utara.



- Bachtiar, 2007. **Penelusuran Sumber Daya Hayati Laut (Alga) Sebagai Biotarget Industri**. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Becker, E.W. 2005. **Microalgae**. Blackwell Published Printed By Gopsons Papers. Noida India
- Birchall. 2008. **Degradation and Phytotoxicity Of Biodiesel Oil**. Institute Of Arable Corps Research. Inggris
- BPPP. 1990. **Petunjuk Teknis Budidaya Pakan Alami Ikan dan Udang**. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Campbell. 2008. **Biodiesel : Algae as a Renewable Source For Liquid Fuel**. Guelph University. Canada
- Djarajah, Siregar. Abbas. 1995. **Pakan Ikan Alami**. Kanisius. Yogyakarta.
- Effendi. 2003. **Telaah Kualitas Air**. Kanisius. Yogyakarta
- Herawati. 2005. **Planktonologi**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Ekawati, A.W. 2005. **Budidaya Makanan Alami**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Fang. 2008. **Temperature, Nitrogen and Phosphorus Affect Protein Profile of *Microcystis aeruginosa* : A Comparative 2-Dimensional Gel Electrophoresis (2-DGE) Analysis**. [www.google.com](http://www.google.com) diakses pada tanggal 14-4-2008 pukul 12.30
- Fardiaz, S., 1992. **Mikrobiologi Pangan 1**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Fujaya. 2004. **Fisiologi Ikan**. Kanisius. Yogyakarta.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty., 1995. **Teknik Kultur Phytoplankton Dan Zooplankton**. Kanisius. Yogyakarta
- Kautsari, Neri. 2008. **Study Kandungan Karbohidrat, Lemak, dan Protein Alga Kondisi Blooming dari BBI Punten**. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang
- Klau, J., 2003. **Pengaruh N\_Urea Terhadap Laju Pertumbuhan Dan Kandungan Protein Spirulina sp**. Fakultas Biologi Universitas Atma Jaya. Yogyakarta

- Mardiyanti. 2003. **Growth and Biochemical Composition of Tetraselmis sp At High Nitrogen Concentration.** [www. Digilib.biologi.lipi.go.id](http://www.Digilib.biologi.lipi.go.id). diakses pada tanggal 14-4-2008 pukul 12.30
- Mayes,P.A.,et.al. 1987. **Biokimia Harper Edisi 20.** Buku Kedokteran EGC. Jakarta
- Pelczar, M. J. 1986. **Dasar-Dasar Mikrobiologi.** UI press. Jakarta
- Putra. 2008. **Alga Laut sebagai Biotarget Industri.** [www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org) diakses pada tanggal 13-3-2008 pukul 16.20
- Restika, W. 2008. **Study Kandungan Karbohidrat, Lemak, dan Protein Alga Kondisi Blooming dari Waduk Selorejo.** Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang
- Richmond. A., 2004. **Handbook Of Microalga Culture:Biotechnology And Applied Phycology.** Blockwell Science. Australia
- Sheehan, J ; T. Dunahay; J. Benemann and Paul Roessler. 1998. **A Look Back at The U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program—Biodiesel from Algae.** [www.google.com](http://www.google.com)
- Soesilo, Triharyo. 2008. **Produksi Biodiesel dari Microalgae.** PT Rekayasa Industri dengan Badan Riset Kelautan & Perikanan dan Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Subarijanti, Herwati. U. 2000. **Pemupukan dan Kesuburan Perairan.** Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- . 2001. **Unsur Carbon, Nitrogen, dan Fosfor Sebagai Kunci Eutrofikasi.** Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sudarmaji, S. 1996. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian.** Liberty. Yogyakarta
- Sugoyino. 2008. **Microalga laut *Spirulina platensis* sebagai bahan baku biodiesel.** Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suminar, A. 1993. **Kimia Dasar.** Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Surakhmad, W. 1985. **Pengantar Penelitian Ilmiah.** Tarsito. Bandung.
- Wahyudi, P., 1999. **Chlorella : Mikroalga Sumber Protein Sel Tunggal.** *Jurnal Sains Dan Teknologi* 8 (2) : 21 - 26
- Winarno, F.G. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi.** PT Gramedia Pustaka. Jakarta

- Widiyanti. 2008. **Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang Di Kota Singaraja Bali.** <http://www.ekologi.litbang.depkes.go.id.pdf> diakses pada tanggal 23-1-2008 pukul 15.34
- Wilcox, Lee and Graham. 2000. **Algae.** Prentice – Hall, Inc. USA.
- Wirahadikusuma, M. 1985. **Biokimia : Metabolisme Energi, Karbohidrat Dan Lipid.** Institut Teknologi Bandung .Bandung.
- Widyastuti, Ami. 2008. **Study Kandungan Karbohidrat, Lemak, dan Protein Alga dari Waduk Karangates.** Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang
- Wirawan, I. 1995. **Limnology.** Jurusan Perikanan Universitas DR Soetomo. Surabaya
- Wirosaputro, S. 1998. **Chlorella Makanan Kesehatan Global Alami** Buku 1. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

### Lampiran 1. Data Pengamatan Selama 7 Hari

| [N] 0.2 mg/l | Tanggal 2-7-2008           | Jam 10.00 |         |        | Kepadatan Plankton |
|--------------|----------------------------|-----------|---------|--------|--------------------|
|              | Parameter Fisika Kimia Air |           |         |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | PH        | Nitrat  | Fosfat |                    |
| 1            | 25                         | 8,49      | 1,682   | 0,456  |                    |
| 2            | 25.8                       | 8,61      | 1,738   | 0,497  |                    |
| 3            | 27.5                       | 8,66      | 1,594   | 0,433  |                    |
| Jumlah       | 78.3                       | 26,76     | 5,014   | 1,386  |                    |
| Rata-rata    | 26,1                       | 8,98      | 1,67133 | 0,462  | 2.480.000          |

| [N] 0.4 mg/l | Tanggal 2-7-2008           |      |        |        | Kepadatan Plankton |
|--------------|----------------------------|------|--------|--------|--------------------|
|              | Parameter Fisika Kimia Air |      |        |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | pH   | Nitrat | Fosfat |                    |
| 1            | 27,1                       | 8,87 | 1,676  | 0,125  |                    |
| 2            | 24                         | 8,65 | 1,673  | 0,314  |                    |
| 3            | 27,2                       | 8,78 | 1,691  | 0,317  |                    |
| Jumlah       | 78,3                       | 27,3 | 5,024  | 0,756  |                    |
| Rata-rata    | 26,1                       | 9,1  | 1,639  | 0,378  | 3.141.250          |

| [N] 0.8 mg/l | Tanggal 2-7-2008           |       |        |        | Kepadatan Plankton |
|--------------|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
|              | Parameter Fisika Kimia Air |       |        |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | pH    | Nitrat | Fosfat |                    |
| 1            | 27.6                       | 9.11  | 1,652  | 0,62   |                    |
| 2            | 26.6                       | 9.11  | 1,568  | 0,413  |                    |
| 3            | 26.8                       | 8.54  | 1,736  | 0,602  |                    |
| Jumlah       | 81                         | 26.76 | 4,956  | 1,635  |                    |
| Rata-rata    | 27                         | 8,92  | 1,652  | 0,545  | 3.085.000          |

| [N] 1.6 mg/l | Tanggal 2-7-2008           |       |        |        | Kepadatan Plankton |
|--------------|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
|              | Parameter Fisika Kimia Air |       |        |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | pH    | Nitrat | Fosfat |                    |
| 1            | 26.3                       | 8.63  | 1,563  | 0,329  |                    |
| 2            | 27.9                       | 8.43  | 1,675  | 0,231  |                    |
| 3            | 26.4                       | 8.87  | 1,688  | 0,174  |                    |
| Jumlah       | 80.7                       | 25.92 | 4,926  | 1,434  |                    |
| Rata-rata    | 26,9                       | 8,64  | 1,688  | 0,316  | 4.496.250          |

|           |                            |      |        |        |                    |
|-----------|----------------------------|------|--------|--------|--------------------|
| Kontrol   | Tanggal 2-7-2008           |      |        |        |                    |
|           | Parameter Fisika Kimia Air |      |        |        |                    |
| Ulangan   | Suhu                       | pH   | Nitrat | Fosfat | Kepadatan Plankton |
| 1         | 24.8                       | 9.64 | 1,568  | 0,630  |                    |
| 2         | 24.8                       | 9.4  | 1,654  | 0,449  |                    |
| 3         | 27.4                       | 8.56 | 1,544  | 0,498  |                    |
| Jumlah    | 77.1                       | 27.6 | 4,766  | 1,671  |                    |
| Rata-rata | 25,7                       | 9,2  | 1,654  | 0,557  | 2.675.000          |

|              |                            |           |        |        |                    |
|--------------|----------------------------|-----------|--------|--------|--------------------|
| [N] 0.2 mg/l | Tanggal 5-7-2008           | Jam 10.00 |        |        |                    |
|              | Parameter Fisika Kimia Air |           |        |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | pH        | Nitrat | Fosfat | Kepadatan Plankton |
| 1            | 26.5                       | 9.52      | 1,805  | 0,510  |                    |
| 2            | 25.9                       | 9.86      | 1,653  | 0,533  |                    |
| 3            | 26.3                       | 9.43      | 1,648  | 0,788  |                    |
| Jumlah       | 78.6                       | 28.8      | 5,106  | 1,821  |                    |
| Rata-rata    | 26,2                       | 9,6       | 1,702  | 0,607  | 2.340.000          |

|              |                            |       |        |        |                    |
|--------------|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
| [N] 0.4 mg/l | Tanggal 5-7-2008           |       |        |        |                    |
|              | Parameter Fisika Kimia Air |       |        |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | pH    | Nitrat | Fosfat | Kepadatan Plankton |
| 1            | 26.8                       | 9.04  | 1,643  | 0,371  |                    |
| 2            | 26.4                       | 9     | 1,643  | 0,393  |                    |
| 3            | 27.2                       | 9.12  | 1,640  | 0,307  |                    |
| Jumlah       | 80.4                       | 26.76 | 4,926  | 0,494  |                    |
| Rata-rata    | 26,8                       | 8,92  | 1,463  | 0,497  | 3.072.500          |

|              |                            |       |        |        |                    |
|--------------|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
| [N] 0.8 mg/l | Tanggal 5-7-2008           |       |        |        |                    |
|              | Parameter Fisika Kimia Air |       |        |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | pH    | Nitrat | Fosfat | Kepadatan Plankton |
| 1            | 27.9                       | 8.83  | 1,618  | 0,215  |                    |
| 2            | 27.9                       | 8.49  | 1,604  | 0,258  |                    |
| 3            | 26.5                       | 9.03  | 1,707  | 0,367  |                    |
| Jumlah       | 82.2                       | 26.73 | 4,929  | 0,84   |                    |
| Rata-rata    | 27,4                       | 8,79  | 1,643  | 0,28   | 6.717.500          |

|              |                            |       |        |        |                    |
|--------------|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
| [N] 1.6 mg/l | Tanggal 5-7-2008           |       |        |        |                    |
|              | Parameter Fisika Kimia Air |       |        |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | pH    | Nitrat | Fosfat | Kepadatan Plankton |
| 1            | 27.8                       | 8.75  | 1,674  | 0,210  |                    |
| 2            | 26.8                       | 8.39  | 1,655  | 0,298  |                    |
| 3            | 26.4                       | 8.87  | 1,912  | 0,305  |                    |
| Jumlah       | 81                         | 26.01 | 5,241  | 0,813  |                    |
| Rata-rata    | 27                         | 8,67  | 1,747  | 0,271  | 4.547.500          |

|           |                            |       |        |        |                    |
|-----------|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
| Kontrol   | Tanggal 5-7-2008           |       |        |        |                    |
|           | Parameter Fisika Kimia Air |       |        |        |                    |
| Ulangan   | Suhu                       | pH    | Nitrat | Fosfat | Kepadatan Plankton |
| 1         | 26.5                       | 9.22  | 1,702  | 0,548  |                    |
| 2         | 25.5                       | 9.06  | 1,571  | 0,486  |                    |
| 3         | 26.6                       | 9.15  | 1,662  | 0,097  |                    |
| Jumlah    | 78.6                       | 27.42 | 4,935  | 1,731  |                    |
| Rata-rata | 26,2                       | 9,14  | 1,645  | 0,577  | 2.625.000          |

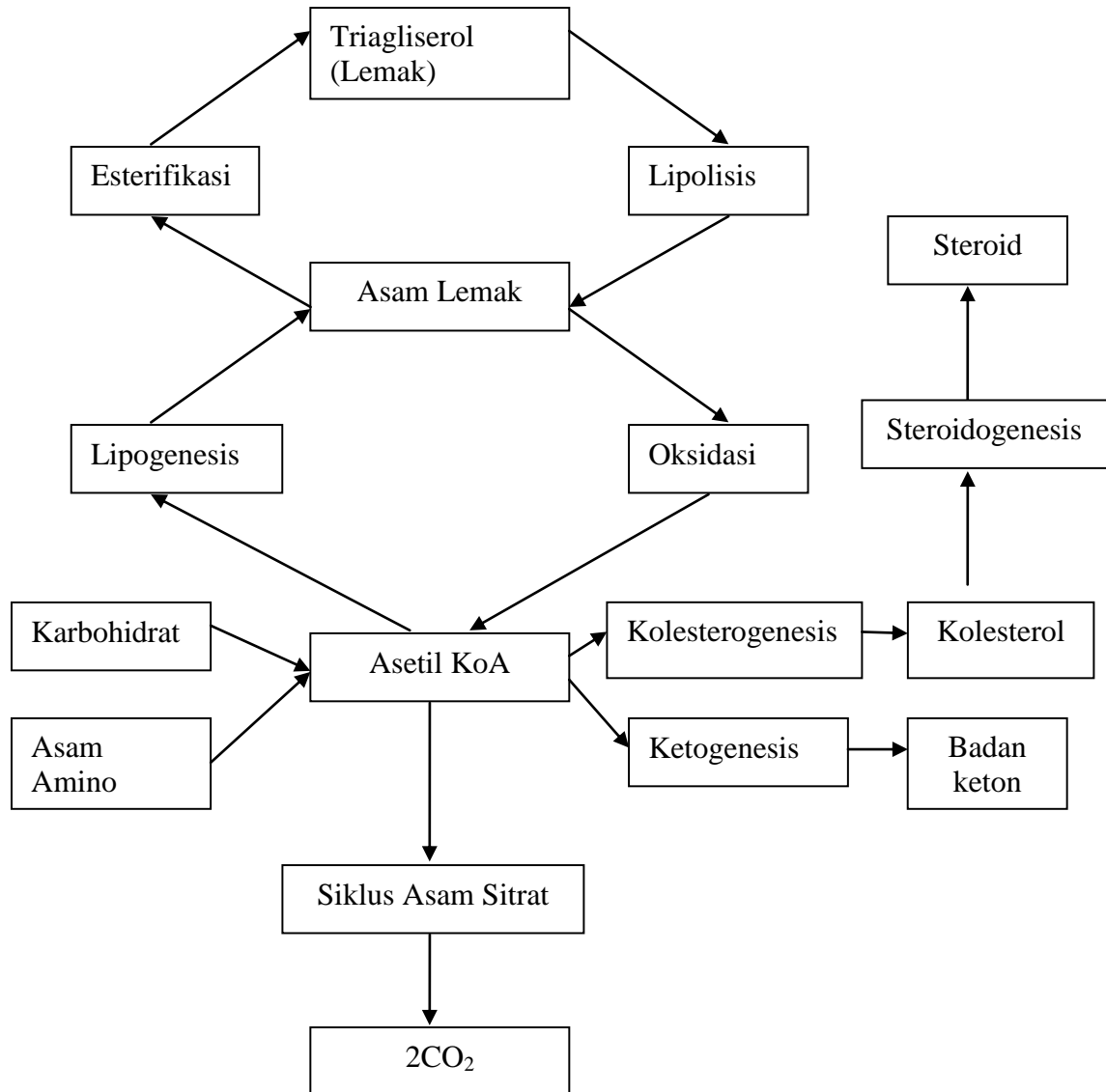
|              |                            |       |        |        |                    |
|--------------|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
| [N] 0.2 mg/l | Tanggal 8-7-2008           |       |        |        |                    |
|              | Parameter Fisika Kimia Air |       |        |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | pH    | Nitrat | Fosfat | Kepadatan Plankton |
| 1            | 25.6                       | 9.1   | 1,694  | 0,301  |                    |
| 2            | 25.6                       | 8.5   | 1,425  | 0,607  |                    |
| 3            | 26.4                       | 8.86  | 1,742  | 0,454  |                    |
| Rata-rata    | 78.3                       | 26.46 | 4,857  | 1,362  |                    |
| Jumlah       | 26,1                       | 8,82  | 1,619  | 0,454  | 2.686.250          |

|              |                            |       |        |        |                    |
|--------------|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
| [N] 0.4 mg/l | Tanggal 8-7-2008           |       |        |        |                    |
|              | Parameter Fisika Kimia Air |       |        |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | pH    | Nitrat | Fosfat | Kepadatan Plankton |
| 1            | 26.2                       | 8.87  | 1,445  | 0,561  |                    |
| 2            | 26                         | 8.43  | 1,73   | 0,497  |                    |
| 3            | 26.3                       | 8.84  | 1,699  | 0,529  |                    |
| Jumlah       | 78.5                       | 26.13 | 5,151  | 1,587  |                    |
| Rata-rata    | 26,2                       | 8,71  | 1,727  | 0,529  | 3.190.000          |

|              |                            |       |        |        |                    |
|--------------|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
| [N] 0.8 mg/l | Tanggal 8-7-2008           |       |        |        |                    |
|              | Parameter Fisika Kimia Air |       |        |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | pH    | Nitrat | Fosfat | Kepadatan Plankton |
| 1            | 26.7                       | 8.55  | 1,723  | 0,545  |                    |
| 2            | 26.3                       | 8.91  | 1,718  | 0,449  |                    |
| 3            | 26.7                       | 8.86  | 1,725  | 0,497  |                    |
| Jumlah       | 79.8                       | 26.31 | 5,166  | 1,491  |                    |
| Rata-rata    | 26,6                       | 8,77  | 1,722  | 0,497  | 6.928.750          |

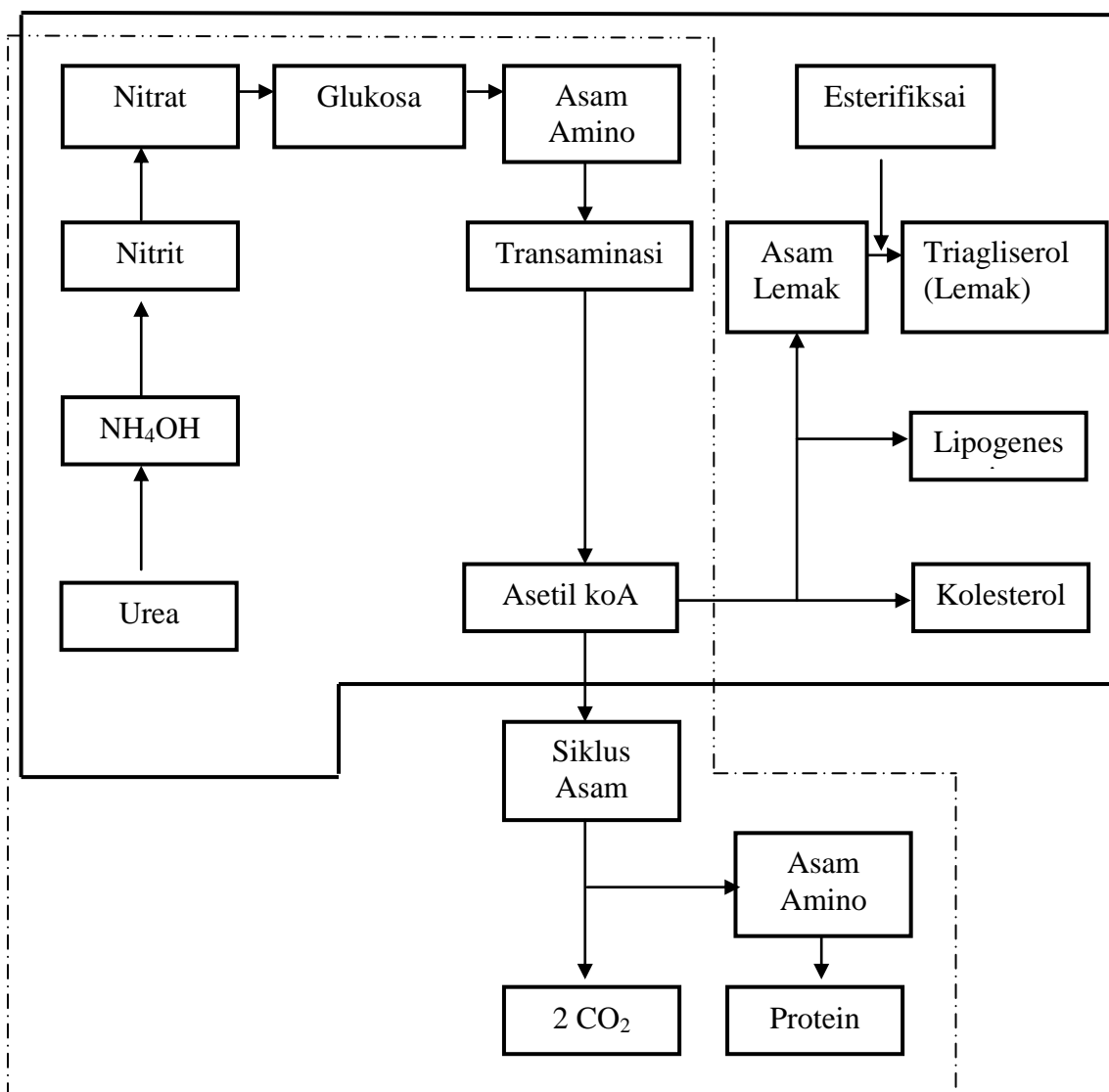
|              |                            |       |        |        |                    |
|--------------|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
| [N] 1.6 mg/l | Tanggal 8-7-2008           |       |        |        |                    |
|              | Parameter Fisika Kimia Air |       |        |        |                    |
| Ulangan      | Suhu                       | pH    | Nitrat | Fosfat | Kepadatan Plankton |
| 1            | 27.5                       | 8.9   | 1,560  | 0,211  |                    |
| 2            | 27                         | 8.9   | 1,729  | 0,271  |                    |
| 3            | 26.8                       | 9.14  | 1,715  | 0,241  |                    |
| Jumlah       | 81.3                       | 26.94 | 5,004  | 0,723  |                    |
| Rata-rata    | 27,1                       | 8,98  | 1,668  | 0,241  | 4.537.500          |

|           |                            |       |        |        |                    |
|-----------|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
| Kontrol   | Tanggal 8-7-2008           |       |        |        |                    |
|           | Parameter Fisika Kimia Air |       |        |        |                    |
| Ulangan   | Suhu                       | pH    | Nitrat | Fosfat | Kepadatan Plankton |
| 1         | 25.6                       | 9.65  | 1,804  | 0,553  |                    |
| 2         | 25.2                       | 9.27  | 1,612  | 0,577  |                    |
| 3         | 26.2                       | 9.32  | 1,663  | 0,565  |                    |
| Jumlah    | 77.1                       | 28.23 | 5,181  | 1,695  |                    |
| Rata-rata | 25,7                       | 9,41  | 1,622  | 0,565  | 2.671.250          |

**Lampiran 2. Pembentuk Lemak Dari Karbohidrat dan Protein (Meyes, 1987)**



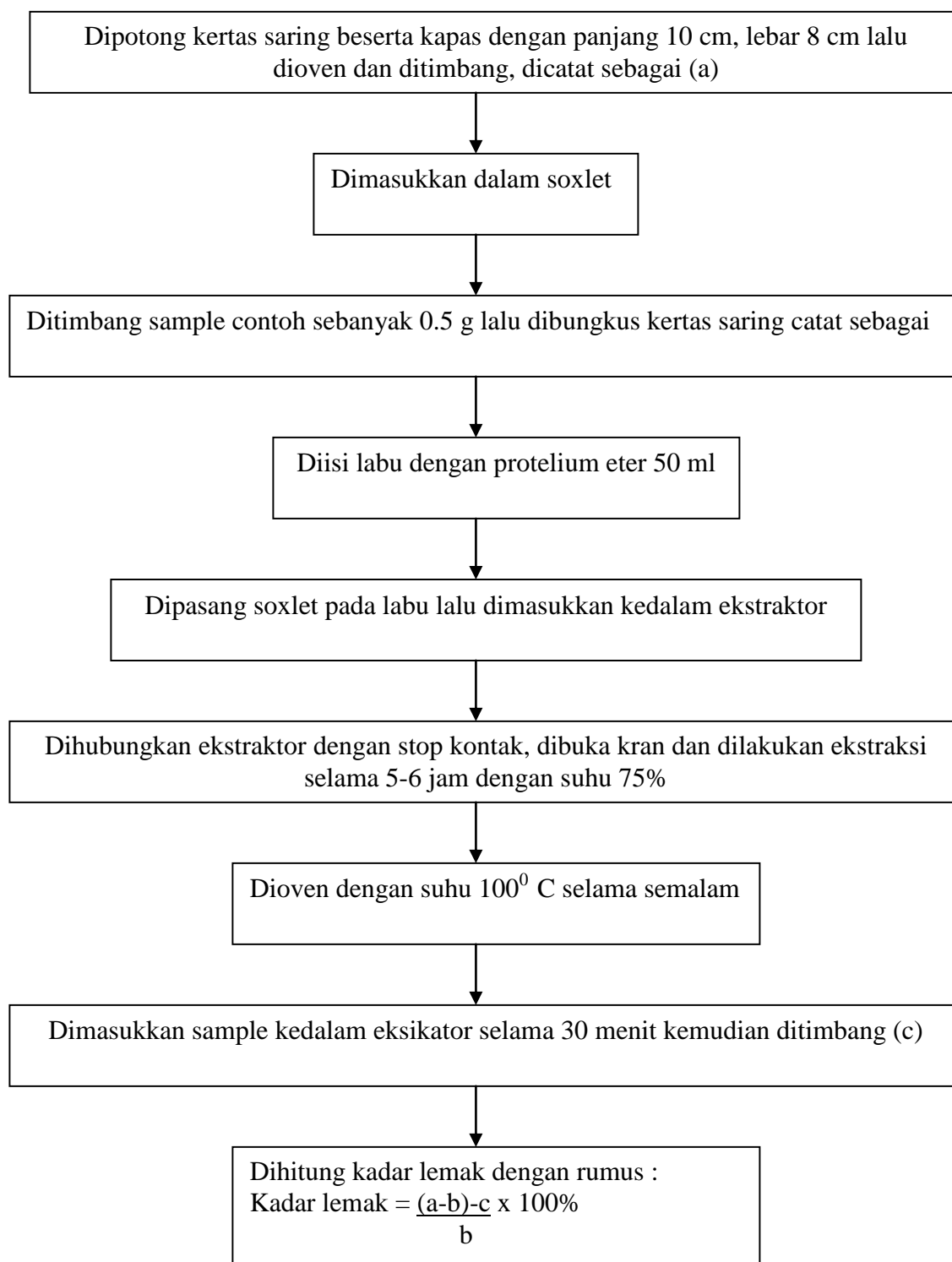
**Lampiran 5. Gambar proses perombakan Nitrogen menjadi protein dan lemak pada *Microcystis aeruginosa* (Meyes, 2000)**



**Keterangan**

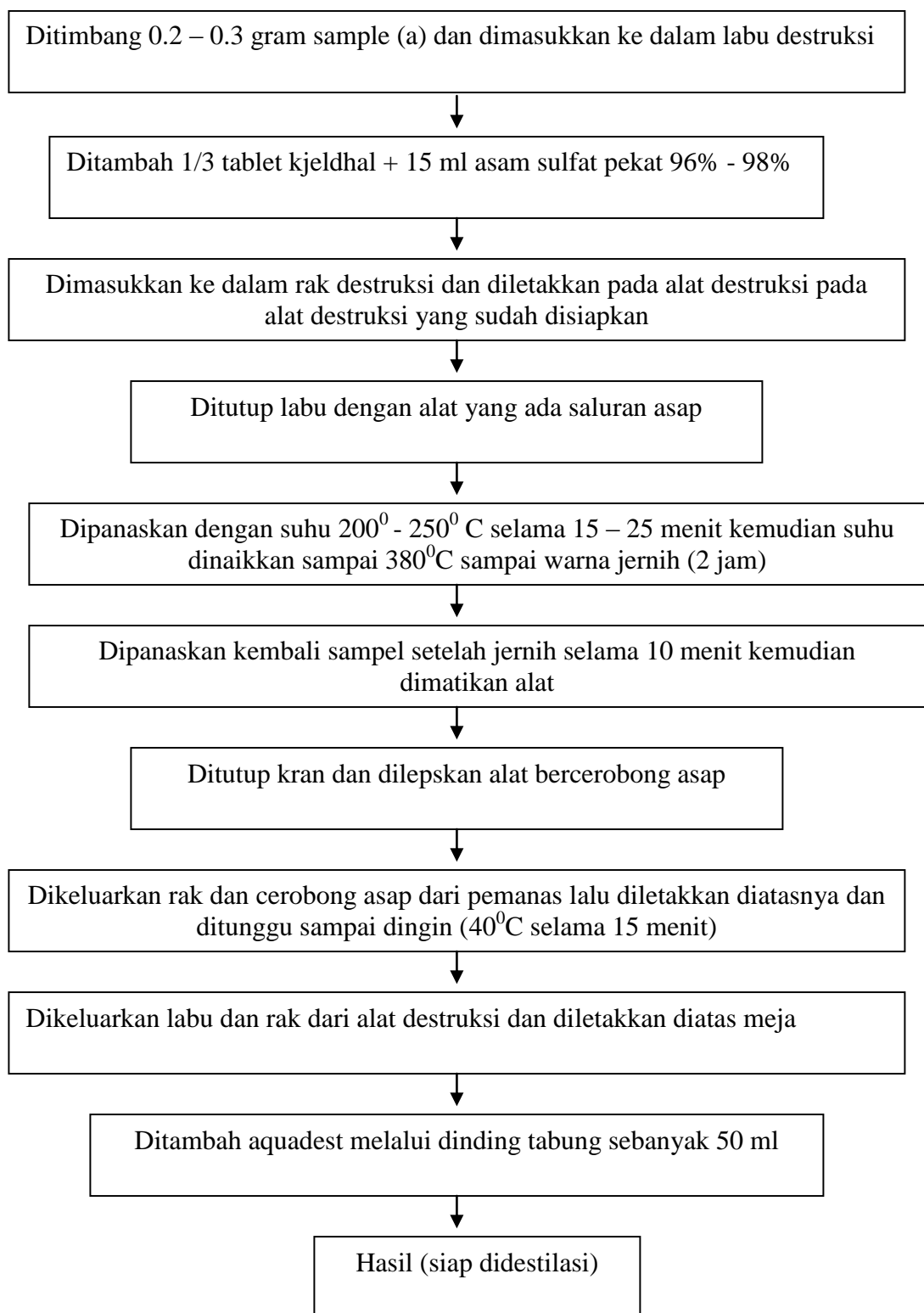
----- Siklus Protein

———— Siklus Lemak

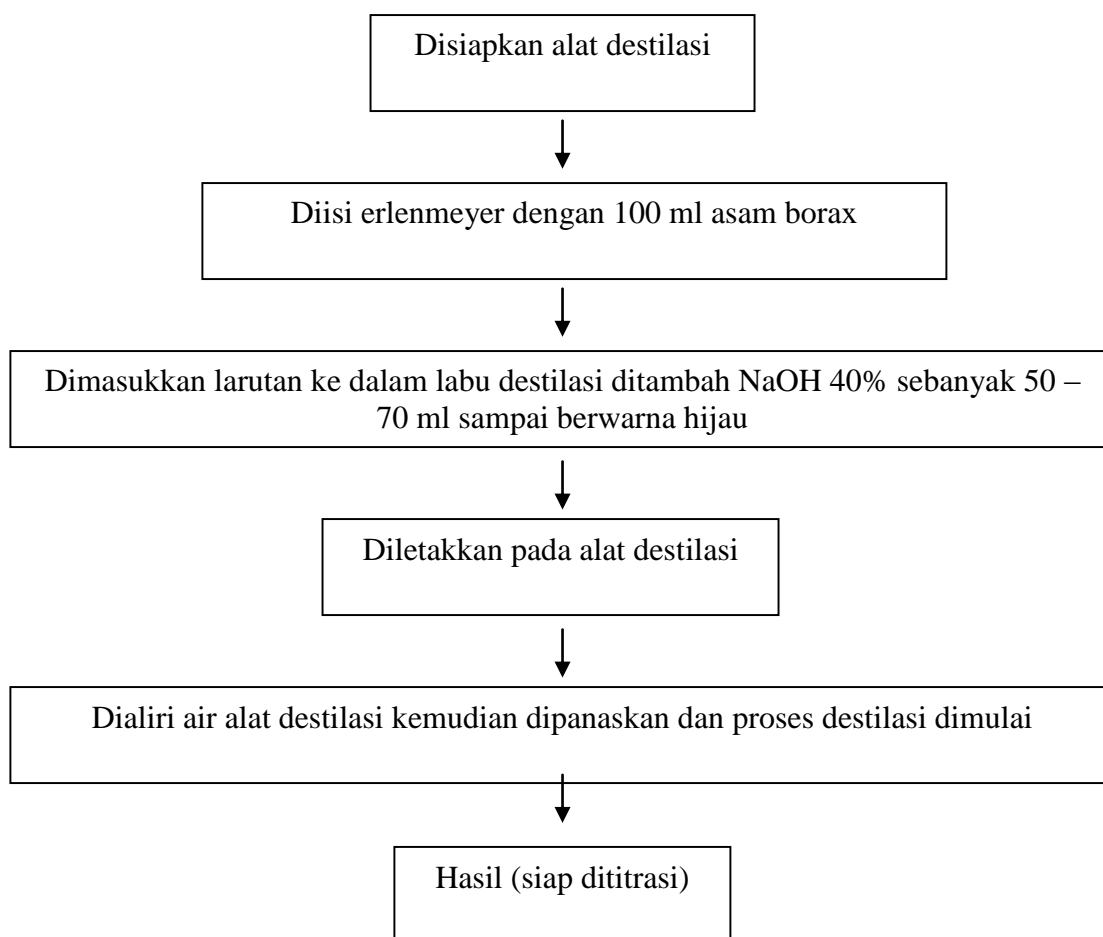
**Lampiran 4. Prosedur Pengukuran Lemak (Anonymous, 2007)**

## Lampirn 5. Prosedur Kerja Pengukuran Kadar Protein (Anonymous, 2007)

### A. Detruksi

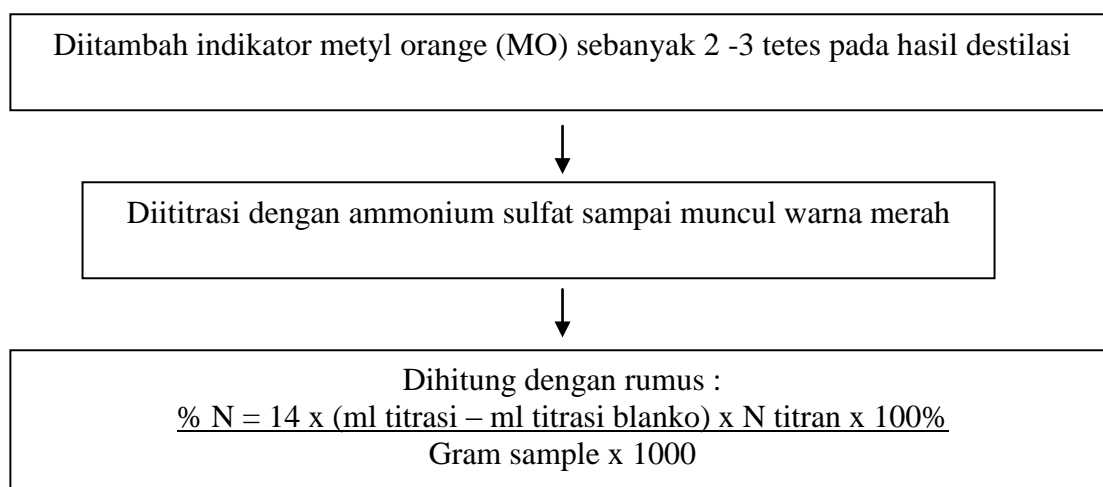


## B. Destilasi



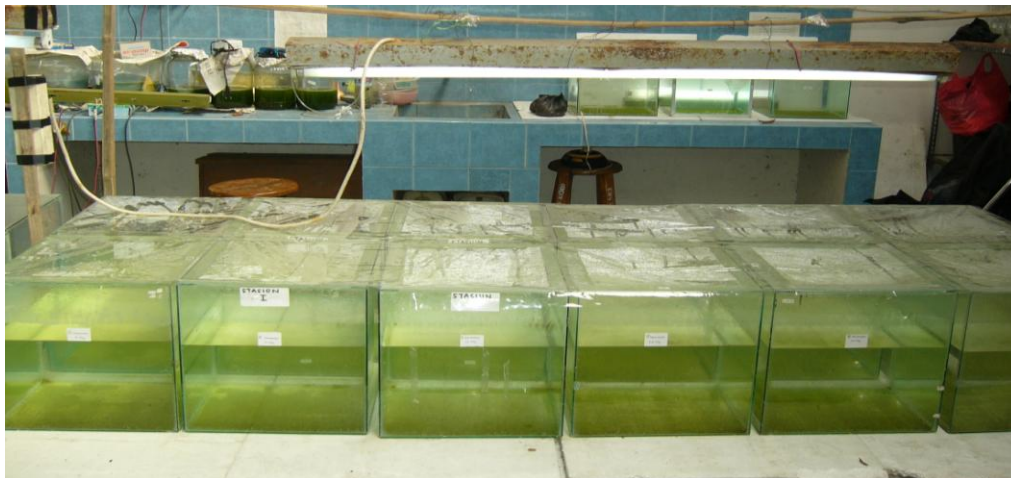
## C. Titrasi

Prosedur kerja



**Lampiran 6. Gambar perlakuan pemberian [N] yang berbeda pada *Microcystis aeruginosa* dalam aquarium berukuran 30 cm x 30 cm.**

Gambar diambil dengan kamera Hp Sony Erikson 1,3 Mega Pixel



1. Kontrol (tidak diberikan perlakuan)

Sebelum perlakuan



K1

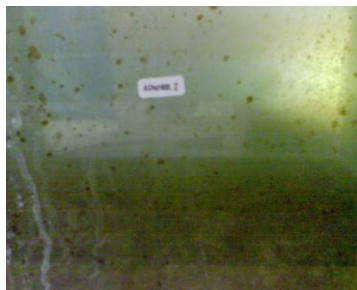


K2

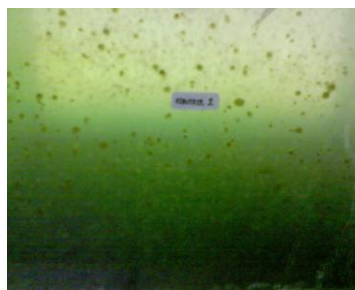


K3

Setelah perlakuan



K1



K2



K3

## 2. Pemberian nitrogen dengan [N] 0.2 mg/l

Sebelum perlakuan



A1



A2



A3

Setelah perlakuan



A1



A2



A3

## 3. Pemberian nitrogen dengan [N] 0.4 mg/l

Sebelum perlakuan



B1



B2



B3

Setelah perlakuan



B1



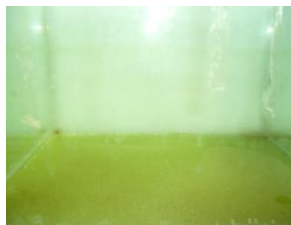
B2



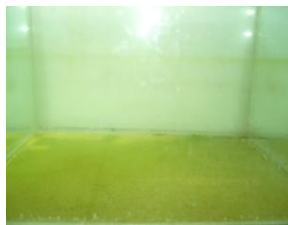
B3

## 4. Pemberian nitrogen dengan [N] 0.8 mg/l

Sebelum perlakuan



C1



C2

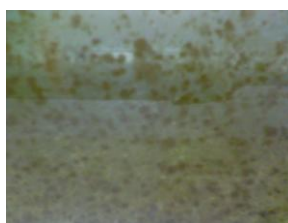


C3

Setelah perlakuan



C1



C2



C3

## Pemberian nitrogen dengan [N] 1.6 mg/l

Sebelum perlakuan



D1



D2



D3

Setelah perlakuan



D1



D2



D3

**Lampiran 7. Perbandingan Kadar Lemak dan Protein Beberapa Spesies Alga dari Berbagai Hasil Penelitian**

| No | Judul   | Spesies  | Kadar Lemak                      | Peneliti             |
|----|---|--|----------------------------------|----------------------|
| 1. | Penelitian Microalga laut <i>Spirulina platensis</i> sebagai bahan baku biodiesel                         | <i>Spirulina platensis</i><br><i>Nannochloropsis</i>   | 0.2%<br>0.3%                     | Sugiyono<br>(2008)   |
| 2. | Study Kandungan Karbohidrat, Lemak, dan Protein Alga Kondisi Blooming dari Waduk Selorejo                 | <i>Microcystis aeruginosa</i><br><i>Chorella Vulgaris</i>  | 0.7 %<br>0.95%                   | Restika<br>(2008)    |
| 3. | Study Kandungan Karbohidrat, Lemak, dan Protein Alga Kondisi Blooming dari BBI Punten                     | <i>Spirulina platensis</i>   | 0.5 %                            | Kautsari<br>(2008)   |
| 4. | Study Kandungan Karbohidrat, Lemak, dan Protein Alga dari Waduk Karangates                                | <i>Microcystis aeruginosa</i><br><i>Anabaena</i><br><i>Spirulina platensis</i><br><i>Chorella Vulgaris</i> | 0.62%<br>0.56%<br>0.53%<br>0.74% | Widiastuti<br>(2008) |
| 5. | Pengaruh Penambahan [N] Urea Terhadap Perubahan Kandungan Protein dan Lemak Pada <i>Chorella Vulgaris</i> | <i>Chorella Vulgaris</i>   | 14%                              | Mafulah<br>(2008)    |



### Lanjutan Lampiran 7

| No | Judul   | Spesies  | Kadar Protein                   | Peneliti             |
|----|---|--|---------------------------------|----------------------|
| 1. | Study Kandungan Karbohidrat, Lemak, dan Protein Alga Kondisi Blooming dari Waduk Selorejo                 | <i>Microcystis aeruginosa</i><br><i>Chorella Vulgaris</i>  | 1.87 %<br>6.14%                 | Restika<br>(2008)    |
| 2. | Study Kandungan Karbohidrat, Lemak, dan Protein Alga Kondisi Blooming dari BBI Punten                     | <i>Spirulina platensis</i>   | 3.23 %                          | Kautsari<br>(2008)   |
| 3. | Study Kandungan Karbohidrat, Lemak, dan Protein Alga dari Waduk Karangates                                | <i>Microcystis aeruginosa</i><br><i>Anabaena</i><br><i>Spirulina platensis</i><br><i>Chorella Vulgaris</i> | 0.84%<br>2.20%<br>1.4%<br>2.32% | Widiastuti<br>(2008) |
| 4. | Pengaruh Penambahan [N] Urea Terhadap Perubahan Kandungan Protein dan Lemak Pada <i>Chorella Vulgaris</i> | <i>Chorella Vulgaris</i>   | 30%                             | Mafulah<br>(2008)    |

### Lampiran 8. Data Hasil Perhitungan Uji Protein, Uji Lemak dan Parameter Fisika Kimia

**Tabel Kadar Protein (%)**

| Ulangan   | Pengukuran Protein |      |      |      |      | Jumlah |
|-----------|--------------------|------|------|------|------|--------|
|           | T0                 | T1   | T2   | T3   | T4   |        |
| 1         | 0,75               | 0,88 | 1,11 | 1,45 | 1,17 |        |
| 2         | 0,91               | 1,02 | 1,25 | 1,71 | 1,2  |        |
| 3         | 0,8                | 0,95 | 1,15 | 1,64 | 1,14 |        |
| Jumlah    | 2,46               | 2,85 | 3,51 | 4,8  | 3,51 | 17,13  |
| Rata-rata | 0,81               | 0,95 | 1,17 | 1,6  | 1,17 |        |

**Transformasi Arcsin ( $\text{Sin}^{-1}$ )**

| Ulangan   | Pengukuran Protein |       |       |       |       | Jumlah |
|-----------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|           | T0                 | T1    | T2    | T3    | T4    |        |
| 1         | 4,97               | 5,38  | 6,05  | 6,92  | 6,21  |        |
| 2         | 5,47               | 5,8   | 6,42  | 7,51  | 6,29  |        |
| 3         | 5,13               | 5,59  | 6,16  | 7,36  | 6,13  |        |
| Jumlah    | 15,57              | 16,77 | 18,63 | 21,79 | 18,63 | 91,39  |
| Rata-rata | 5,19               | 5,59  | 6,21  | 7,26  | 6,21  |        |

### Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\sum Y)^2}{n} \\
 &= \frac{(91,39)^2}{15} \\
 &= 556,81
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Total} &= \sum X_i^2 - \text{FK} \\
 &= (6,92^2 + 7,51^2 + \dots + 6,13^2) - 556,81 \\
 &= 7,89
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum T_i^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(21,79^2 + 16,77^2 + 18,63^2 + 15,57^2 + 18,63^2)}{3} - 556,81 \\
 &= 7,4 \\
 \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 7,89 - 7,4 \\
 &= 0,49 \\
 \text{KT Perlakuan} &= \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} \\
 &= \frac{7,4}{3} \\
 &= 2,47 \\
 \text{KT Galat} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{db Galat}} \\
 &= \frac{0,49}{11} \\
 &= 0,04 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Galat}} \\
 &= \frac{2,47}{0,04} \\
 &= 61,75
 \end{aligned}$$

### Tabel sidik ragam

| Sumber Keragaman | db | JK   | KT   | F Hitung | F 1% | F 5% |
|------------------|----|------|------|----------|------|------|
| Perlakuan        | 3  | 7,4  | 2,47 | 61,75**  | 6,22 | 3,89 |
| Galat            | 11 | 0,49 | 0,04 |          |      |      |
| Total            | 14 |      |      |          |      |      |

**Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)**

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2KTG}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0,04}{3}} \\ &= 0,16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,05} &= t_{5\%} \times \text{SED} \\ &= 2,201 \times 0,16 \\ &= 0,35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,01} &= t_{1\%} \times \text{SED} \\ &= 3,106 \times 0,16 \\ &= 0,50 \end{aligned}$$

**Tabel Uji BNT**

| Rata-rata Perlakuan | T3 (5,19) | T1 (5,59) | T2 (6,21) | T4 (6,21) | T0 (7,26) | Notasi |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| T3 (5,19)           | 0         |           |           |           |           | a      |
| T1 (5,59)           | 0,4*      | 0         |           |           |           | b      |
| T2 (6,21)           | 1,02**    | 0,62**    | 0         |           |           | c      |
| T4 (6,21)           | 1,02**    | 0,62**    | 0         |           |           | c      |
| T0 (7,26)           | 2,07**    | 1,67**    | 1,05**    | 0         |           | c      |

## Data Perhitungan Kadar Lemak

**Tabel Kadar Lemak (%)**

| Ulangan   | Pengukuran Lemak |      |      |      |      | Jumlah |
|-----------|------------------|------|------|------|------|--------|
|           | T0               | T1   | T2   | T3   | T4   |        |
| 1         | 0,29             | 0,3  | 0,67 | 0,64 | 1,5  |        |
| 2         | 0,37             | 0,35 | 0,65 | 0,69 | 1,66 |        |
| 3         | 0,34             | 0,31 | 0,72 | 0,71 | 1,64 |        |
| Jumlah    | 1                | 0,96 | 2,04 | 2,04 | 4,8  | 10,84  |
| Rata-rata | 0,333333         | 0,32 | 0,68 | 0,68 | 1,6  |        |

## Transformasi Arcsin ( $\text{Sin}^{-1}$ )

| Ulangan   | Pengukuran Lemak |      |       |          |          | Jumlah |
|-----------|------------------|------|-------|----------|----------|--------|
|           | T0               | T1   | T2    | T3       | T4       |        |
| 1         | 3,07             | 3,14 | 4,7   | 4,59     | 7,03     |        |
| 2         | 3,49             | 3,39 | 4,62  | 4,76     | 7,4      |        |
| 3         | 3,34             | 3,19 | 4,87  | 4,83     | 7,36     |        |
| Jumlah    | 9,9              | 9,72 | 14,19 | 14,18    | 21,79    | 69,78  |
| Rata-rata | 3,3              | 3,24 | 4,73  | 4,726667 | 7,263333 |        |

## Perhitungan

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(Y)^2}{n} \\
 &= \frac{(69,78)^2}{15} \\
 &= 324,62
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Total} &= \sum X_i^2 - FK \\
 &= (3,07^2 + 3,49^2 + \dots + 7,36^2) - 324,62 \\
 &= 33,22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum T_i^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(9,9^2 + 9,72^2 + 14,19^2 + 14,18^2 + 21,79^2)}{3} - 324,62 \\
 &= 31,95 \\
 \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 33,22 - 31,95 \\
 &= 1,27 \\
 \text{KT Perlakuan} &= \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} \\
 &= \frac{31,95}{3} \\
 &= 10,65 \\
 \text{KT Galat} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{db Galat}} \\
 &= \frac{1,27}{11} \\
 &= 0,16 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Galat}} \\
 &= \frac{10,65}{0,16} \\
 &= 66,56
 \end{aligned}$$

**Tabel sidik ragam**

| Sumber Keragaman | db | JK    | KT    | F Hitung | F 1% | F 5% |
|------------------|----|-------|-------|----------|------|------|
| Perlakuan        | 3  | 31,95 | 10,65 | 66,56**  | 6,22 | 3,89 |
| Galat            | 11 | 1,27  | 0,16  |          |      |      |
| Total            | 14 |       |       |          |      |      |

**Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)**

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2\text{KTG}}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 1,27}{3}} \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,05} &= t_{5\%} \times \text{SED} \\ &= 2,201 \times 0,92 \\ &= 2,02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,01} &= t_{1\%} \times \text{SED} \\ &= 3,106 \times 0,92 \\ &= 2,86 \end{aligned}$$

**Tabel Uji BNT**

| Rata-rata Perlakuan | T0 (3,3) | T1 (3,24) | T2 (4,73) | T3 (4,73) | T4 (7,26) | Notasi |
|---------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| T1 (3,24)           | 0        |           |           |           |           | a      |
| T0 (3,3)            | 0,06     | 0         |           |           |           | a      |
| T2 (4,73)           | 1,4*     | 1,49*     | 0         |           |           | b      |
| T3 (4,73)           | 1,4*     | 1,49*     | 0         |           |           | bc     |
| T4 (7,26)           | 3,39**   | 4,02**    | 2,53*     | 2,53*     | 0         | c      |

## Data Perhitungan Nilai Nitrat

Tabel Nilai Kadar Nitrat (mg/l)

| Ulangan   | Pengukuran Nitrat |       |       |       |       | Jumlah |
|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|           | T0                | T1    | T2    | T3    | T4    |        |
| 1         | 1,654             | 1,671 | 1,639 | 1,652 | 1,688 |        |
| 2         | 1,645             | 1,707 | 1,643 | 1,702 | 1,747 |        |
| 3         | 1,622             | 1,619 | 1,727 | 1,722 | 1,668 |        |
| Jumlah    | 4,921             | 4,992 | 5,009 | 5,076 | 5,103 | 25,101 |
| Rata-rata | 1,640             | 1,664 | 1,670 | 1,692 | 1,701 |        |

### Perhitungan

$$FK = \frac{(Y)^2}{n}$$

$$= \frac{(25,101)^2}{15}$$

$$= 42$$

$$JK \text{ Total} = \sum Xi^2 - FK$$

$$= (1,654^2 + 1,645^2 + \dots + 1,668^2) - 42$$

$$= 0,0442$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{\sum Ti^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(4,992^2 + 4,992^2 + 5,009^2 + 5,076^2 + 5,103^2)}{3} - 42$$

$$= 0,0281$$

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

$$= 0,0442 - 0,0281$$

$$= 0,0161$$

$$KT \text{ Perlakuan} = \frac{JK \text{ Perlakuan}}{db \text{ Perlakuan}}$$

$$= \frac{0,0281}{3}$$

$$= 0,00935$$



$$\begin{aligned}
 \text{KT Galat} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{db Galat}} \\
 &= \frac{0,0161}{11} \\
 &= 0,00146 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Galat}} \\
 &= \frac{0,00935}{0,00146} \\
 &= 6,40
 \end{aligned}$$

### Tabel sidik ragam

| Sumber Keragaman | db | JK     | KT      | F Hitung | F 1% | F 5% |
|------------------|----|--------|---------|----------|------|------|
| Perlakuan        | 3  | 0,0281 | 0,00935 | 6,40**   | 6,22 | 3,89 |
| Galat            | 11 | 0,0161 | 0,00146 |          |      |      |
| Total            | 14 |        |         |          |      |      |

### Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$\begin{aligned}
 \text{SED} &= \sqrt{\frac{2\text{KTG}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 0,00146}{3}} \\
 &= 0,031 \\
 \text{BNT}_{0,05} &= t_{5\%} \times \text{SED} \\
 &= 2,201 \times 0,031 \\
 &= 0,068 \\
 \text{BNT}_{0,01} &= t_{1\%} \times \text{SED} \\
 &= 3,106 \times 0,031 \\
 &= 0,096
 \end{aligned}$$

**Tabel Uji BNT**

| Rata-rata Perlakuan | T0 (1,640) | T1 (1,664)          | T2 (1,670)          | T3 (1,692)          | T4 (1,701) | Notasi |
|---------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|--------|
| T0 (1,640)          | 0          |                     |                     |                     |            | a      |
| T1 (1,664)          | 0,024**    | 0                   |                     |                     |            | b      |
| T2 (1,670)          | 0,03**     | 0,006 <sup>ns</sup> | 0                   |                     |            | bc     |
| T3 (1,692)          | 0,052**    | 0,028**             | 0,022 <sup>ns</sup> | 0                   |            | c      |
| T4 (1,701)          | 0,061**    | 0,037**             | 0,031**             | 0,009 <sup>ns</sup> | 0          | c      |

**Data Perhitungan Nilai Fosfat****Tabel Nilai Kadar Fosfat (mg/l)**

| Ulangan   | Pengukuran Fosfat |       |       |       |       | Jumlah |
|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|           | T0                | T1    | T2    | T3    | T4    |        |
| 1         | 0,545             | 0,557 | 0,378 | 0,462 | 0,316 |        |
| 2         | 0,28              | 0,577 | 0,497 | 0,607 | 0,271 |        |
| 3         | 0,497             | 0,565 | 0,529 | 0,454 | 0,241 |        |
| Jumlah    | 1,322             | 1,699 | 1,404 | 1,523 | 0,828 | 6,776  |
| Rata-rata | 0,440             | 0,566 | 0,468 | 0,508 | 0,276 |        |

**Perhitungan**

$$FK = \frac{(Y)^2}{n}$$

$$= \frac{(6,776)^2}{15}$$

$$= 3,061$$

$$JK \text{ Total} = \sum Xi^2 - FK$$

$$= (0,545^2 + 0,28^2 + \dots + 0,241^2) - 3,061$$

$$= 0,213$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{\sum Ti^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(0,440^2 + 0,566^2 + 1,465^2 + 0,468^2 + 0,508^2)}{3} - 3,061$$

$$= 0,143$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,213 - 0,143 \\ &= 0,071 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KT Perlakuan} &= \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} \\ &= \frac{0,143}{3} \\ &= 0,048 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KT Galat} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{db Galat}} \\ &= \frac{0,071}{11} \\ &= 0,0064 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F Hitung} &= \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Galat}} \\ &= \frac{0,048}{0,0064} \\ &= 7,410 \end{aligned}$$

### Tabel sidik ragam

| Sumber Keragaman | db | JK     | KT     | F Hitung | F 1% | F 5% |
|------------------|----|--------|--------|----------|------|------|
| Perlakuan        | 3  | 0,0143 | 0,048  | 7,410**  | 6,22 | 3,89 |
| Galat            | 11 | 0,071  | 0,0064 |          |      |      |
| Total            | 14 |        |        |          |      |      |

### Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2\text{KTG}}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0,00641}{3}} \\ &= 0,021 \end{aligned}$$

$$\text{BNT}_{0,05} = t_{5\%} \times \text{SED}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,201 \times 0,021 \\
 &= 0,046 \\
 \text{BNT}_{0,01} &= t_{1\%} \times \text{SED} \\
 &= 3,106 \times 0,021 \\
 &= 0,065
 \end{aligned}$$

**Tabel Uji BNT**

| Rata-rata Perlakuan | T4 (0,276) | T0 (0,440)          | T2 (0,468)         | T3 (0,508) | T1 (0,566) | Notasi |
|---------------------|------------|---------------------|--------------------|------------|------------|--------|
| T4 (0,276)          | 0          |                     |                    |            |            | a      |
| T0 (0,440)          | 0,164**    | 0                   |                    |            |            | b      |
| T2 (0,468)          | 0,192**    | 0,028 <sup>ns</sup> | 0                  |            |            | bc     |
| T3 (0,508)          | 0,232**    | 0,068**             | 0,04 <sup>ns</sup> | 0          |            | c      |
| T1 (0,566)          | 0,290**    | 0,216**             | 0,098**            | 0,058*     | 0          | d      |

**Data Perhitungan Nilai Kepadatan****Tabel Nilai Kadar Kepadatan (ind/ml)**

| Ulangan   | Pengukuran Kepadatan |         |         |          |          | Jumlah   |
|-----------|----------------------|---------|---------|----------|----------|----------|
|           | T0                   | T1      | T2      | T3       | T4       |          |
| 1         | 2675000              | 2480000 | 3141250 | 3085000  | 4496250  |          |
| 2         | 2625000              | 2340000 | 3072500 | 6717500  | 4547500  |          |
| 3         | 2671250              | 2486250 | 3190000 | 6928750  | 4537500  |          |
| Jumlah    | 7971250              | 7506250 | 9403750 | 16731250 | 13581250 | 55193750 |
| Rata-rata | 2657083              | 2502083 | 3134583 | 5577083  | 4527083  |          |

**Perhitungan**

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(Y)^2}{n} \\
 &= \frac{(55193750)^2}{15} \\
 &= 2,031 \times 10^{14}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Total} &= \sum X_i^2 - \text{FK} \\
 &= (2675000^2 + 2625000^2 + \dots + 13581250^2) - 2,031 \times 10^{14} \\
 &= 0,385 \times 10^{14}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum T_i^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(16731250^2 + 7506250^2 + 9403750^2 + 7971250^2 + 13581250^2)}{3} - 2,031 \times 10^{14} \\
 &= 0,212 \times 10^{14} \\
 \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 0,385 \times 10^{14} - 0,212 \times 10^{14} \\
 &= 0,097 \times 10^{14}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT Perlakuan} &= \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} \\
 &= \frac{0,212 \times 10^{14}}{3} \\
 &= 0,070 \times 10^{14}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT Galat} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{db Galat}} \\
 &= \frac{0,097 \times 10^{14}}{11} \\
 &= 0,009 \times 10^{14}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Galat}} \\
 &= \frac{0,070 \times 10^{14}}{0,009 \times 10^{14}} \\
 &= 7,99
 \end{aligned}$$

### Tabel sidik ragam

| Sumber Keragaman | db | JK                     | KT                     | F Hitung | F 1% | F 5% |
|------------------|----|------------------------|------------------------|----------|------|------|
| Perlakuan        | 3  | 0,211x10 <sup>14</sup> | 0,070x10 <sup>14</sup> | 7,97**   | 6,22 | 3,89 |
| Galat            | 11 | 0,097x10 <sup>14</sup> | 0,009x10 <sup>14</sup> |          |      |      |
| Total            | 14 |                        |                        |          |      |      |

**Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)**

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2KTG}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 882440 \times 10^6}{3}} \\ &= 767000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,05} &= t_{5\%} \times \text{SED} \\ &= 2,201 \times 767000 \\ &= 1688167 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,01} &= t_{1\%} \times \text{SED} \\ &= 3,106 \times 767000 \\ &= 2382302 \end{aligned}$$

**Tabel Uji BNT**

| Rata-rata Perlakuan | T1<br>(2502083)      | T0<br>(2657083)      | T2<br>(3134583) | T4<br>(4527083)       | T3<br>(5577083) | Notasi |
|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|--------|
| T1<br>(2502083)     | 0                    |                      |                 |                       |                 | a      |
| T0<br>(2657083)     | 155000 <sup>ns</sup> | 0                    |                 |                       |                 | a      |
| T2<br>(3134583)     | 632500 <sup>ns</sup> | 477500 <sup>ns</sup> | 0               |                       |                 | a      |
| T4<br>(4527083)     | 2025000*             | 1870000*             | 4213625**       | 0                     |                 | bc     |
| T3<br>(5577083)     | 3075000**            | 2920000**            | 2442500**       | 1050000 <sup>ns</sup> | 0               | c      |

### Data Perhitungan Nilai Suhu

**Tabel Nilai Kadar Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )**

| Ulangan   | Perlakuan |             |             |      |      |
|-----------|-----------|-------------|-------------|------|------|
|           | T0        | T1          | T2          | T3   | T4   |
| 1         | 25.7      | 26.1        | 26.1        | 27   | 26.9 |
| 2         | 26.2      | 26.2        | 26.8        | 27.4 | 27   |
| 3         | 25.7      | 26.1        | 26.2        | 26.6 | 27.1 |
| Jumlah    | 77.6      | 78.4        | 79.1        | 81   | 81   |
| Rata-rata | 25.86667  | 26.13333333 | 26.36666667 | 27   | 27   |

### Data Perhitungan Nilai pH

**Tabel Nilai pH**

| Ulangan   | Perlakuan |             |       |             |             |
|-----------|-----------|-------------|-------|-------------|-------------|
|           | T0        | T1          | T2    | T3          | T4          |
| 1         | 9.2       | 8.98        | 9.1   | 8.92        | 8.64        |
| 2         | 9.14      | 9.6         | 8.92  | 8.79        | 8.67        |
| 3         | 9.41      | 8.82        | 8.71  | 8.77        | 8.98        |
| Jumlah    | 27.75     | 27.4        | 26.73 | 26.48       | 26.29       |
| Rata-rata | 9.25      | 9.133333333 | 8.91  | 8.826666667 | 8.763333333 |