STUDI KANDUNGAN KARBOHIDRAT, LEMAK DAN PROTEIN PADA FITOPLANKTON DARI WADUK KARANGKATES KECAMATAN SUMBER PUCUNG KABUPATEN MALANG

LAPORAN SKRIPSI

MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Oleh :

AMI WIDYASTUTI

0410810004

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

MALANG

2008

RINGKASAN

Ami Widyastuti Skripsi tentang Studi Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein pada Fitoplankton dari Waduk Karangkates Kecamatan Sumber Pucung Kabupaten Malang dibawah bimbingan **Dr. Ir. Diana Arfiati, M.S** dan **Ir. Herwati Umi Subarijanti, M.S**

Fitoplankton adalah alga atau tumbuhan air mikroskopis yang berfungsi sebagai produsen primer, selama hidupnya tetap dalam bentuk plankton dan merupakan makanan langsung bagi larva ikan dan zooplankton. Fitoplankton dalam suatu perairan kadang mengalami " blooming" atau pertumbuhan melampaui batas sehingga akan mengganggu organisme yang ada di dalamnya. Bloming fitoplankton tersebut akan lebih bermanfaat jika dapat digunakan untuk kepentingan manusia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan karbohidrat, lemak dan protein yang dihasilkan dari komunitas fitoplankton dari Waduk Karangkates sehingga dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuwan agar dapat dimanfaatkan lebih lanjut.

Fitoplankton dari Waduk Karangkates diambil pada 4 stasiun kemudian dihitung kelimpahan relatif dan kelimpahan totalnya. Sampel air yang mengandung fitoplankton sebanyak 2 lt kemudian dikultur selama 7 hari selanjutnya diukur kandungan karbohidrat, lemak dan proteinnya. Pengambilan air dan pengukuran fisika – kimia (suhu, kecerahan, warna air, pH, nitrat dan fosfat) diulang tiga kali. Analisis kandungan karbohidrat, lemak dan protein dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya yang dilaksanakan bulan April - Mei 2008. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandungan Karbohidrat, lemak dan protein dalam fitoplankton serta kualitas air yang ada pada perairan Waduk Karangkates pada tiap stasiunnya. Metode yang digunakan adalah metode survey untuk pengambilan data primer dan data sekunder.

Jenis fitoplankton yang ditemukan pada perairan Waduk Karangkates selama pengambilan terdiri dari 5 phylum yaitu phylum *Chlorophyta*, phylum *Chrysophyta*, phylum *Cyanophyta*, phylum *Euglenophyta* dan phylum *Phyrrophyta*. Kelimpahan relatif fitoplankton pada daerah inlet phylum tertinggi adalah *Cyanophyta* sebesar 41% dan terendah phylum *Euglenophyta* 1%. Pada daerah outlet phylum tertinggi adalah *Chlorophyta* sebesar 41% dan phylum terendah *Chrysophyta* 1%. Pada daerah tengah waduk phylum tertinggi adalah *Cyanophyta* 52% dan terendah phylum *Chrysophyta* dan *Euglenophyta* sebesar 1%. Daerah Karamba Jaring Apung (KJA) phylum tertinggi *Cyanophyta* 67% dan terendah phylum *Chrysophyta* 1%.

Nilai kelimphan rata – rata pada daerah inlet adalah 270 ind/ml, outlet yaitu 130 ind/ml, daerah tengah waduk yaitu 176 ind/ml dan daerah Karamba Jaring Apung (KJA) yaitu 245 ind/ml. Berdasarkan kisaran nilai kelimpahan fitoplankton Waduk Karangkates termasuk dalam perairan yang tingkat kesuburannya rendah (oligotrofik).

Hasil kultur fitoplankton selama 7 hari dari air Waduk Karangkates di daerah inlet, kelimpahan relatif fitoplankton pada minggu pertama tertinggi adalah phylum *Cyanophyta* 61% dengan genus yang mendominasi adalah *Anabaena* dengan kandungan karbohidrat 0,10%, lemak 0,58% dan protein 2,57%. Minggu kedua kelimpahan relatif tertinggi dari phylum *Chlorophyta* 48% dengan genus yang mendominasi adalah

Chlorella mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,66%, lemak 0,61% dan protein 2,53%. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari phylum *Cyanophyta* 46% dengan genus yang mendominasi adalah *Anabaena* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,18%, lemak 0,28% dan protein 1,83%.

Daerah outlet pada minggu pertama, kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi dari phylum *Cyanophyta* sebesar 51% dengan genus yang mendominasi adalah *Microcystis* memiliki kandungan karbohidrat 2,39%, protein 0,84% dan lemak sebesar 0,62%. Minggu kedua kelimpahan relatif paling tinggi dari phylum *Cyanophyta* sebesar 47% dengan genus yang mendominasi adalah *Anabaena* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,24%, lemak 0,8% dan protein 2,67%. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari phylum *Chlorophyta* sebesar 53% dengan genus yang mendominasi adalah *Chlorella* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,30%, lemak 1,24% dan protein 2,32%.

Daerah tengah waduk pada minggu pertama, kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi dari *Cyanophyta* sebesar 55% dengan genus yang paling mendominasi adalah *Anabaena* mempunyai kandungan karbohidrat 0,09%, lemak 0,49% dan protein 1,01%. Pada sampel plankton minggu kedua kelimpahan relatif paling tinggi dari phylum *Chlorophyta* sebesar 49% dengan genus yang mendominasi adalah *Chlorella* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,31%, lemak 0,39% dan protein 2,14%. Untuk sampel plankton minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari phylum *Chlorophyta* sebesar 65% dengan genus *Chlorella* yang mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,32%, lemak 0,37% dan protein 3,32%.

Daerah Keramba Jaring Apung (KJA) yang dekat dengan pertanian pada minggu pertama, kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi dari phylum *Cyanophyta* 70% dengan genus *Anabaena dan Spirulina* yang paling mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat 0,03%, lemak 0,53% dan protein 1,4%. Minggu kedua kelimpahan relatif paling tinggi dari phylum *Cyanophyta* sebesar 48% dengan genus *Anabaena* yang paling mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,28%, lemak 0,32% dan protein 1,87%. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari phylum *Cyanophyta* sebesar 45% dengan genus *Anabaena* yang paling mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,11%, lemak 0,29% dan protein 2,72%.

Parameter fisika didapatkan bahwa suhu perairan berkisar antara 28^0 C – 29^0 C, kecerahan berkisar antara 0,26 – 0,78 m, warna perairan dominan hijau dan coklat keruh. Parameter kimia menunjukkan bahwa pH air berkisar antara 8 – 9, nitrat berkisar antara 0,11 mg/lt – 1,05 mg/lt dan fosfat berkisar antara 0,05 mg/lt – 0,85 mg/lt. Kondisi kualitas air tersebut masih menunjang kehidupan organisme air termasuk fitoplankton.

Kandungan protein pada fitoplankton dari Waduk Karangkates relatif tinggi dari pada kandungan karbohidrat dan lemak, maka disarankan untuk memanfaatkan sumber protein tersebut.

STUDI KANDUNGAN KARBOHIDRAT, LEMAK DAN PROTEIN PADA FITOPLANKTON DARI WADUK KARANGKATES KECAMATAN SUMBER PUCUNG KABUPATEN MALANG

Laporan Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh :

AMI WIDYASTUTI
0410810004

DOSEN PENGUJI I	**MENYETUJUI,** **DOSEN PEMBIMBING I**
Asus Maizar S, S.Pi, MP **NIP : 132 306 504** **Tanggal :**	**Dr. Ir. Diana Arfiati, MS** **NIP : 131 471 524** **Tanggal :**
DOSEN PENGUJI II	**DOSEN PEMBIMBING II**
Ir. Kusriani, MP **NIP : 131 411 123** **Tanggal :**	**Ir. Herwati Umi, S., MS** **NIP : 130 819 400** **Tanggal :**

Mengetahui,
KETUA JURUSAN

Ir. Maheno Sri Widodo, MS
NIP : 131 471 522
Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **" Studi Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein pada Fitoplankton dari Waduk Karangkates Kecamatan Sumber Pucung Kabupaten Malang**. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Atas terselesaikannya Laporan Skripsi ini, maka penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

- Ibu Dr. Ir. Diana Arfiati, MS selaku dosen pembimbing I
- Ibu Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS selaku dosen pembimbing II
- Pihak Perum Jasa Tirta I Malang dan Perum Jasa Tirta Waduk Karangkates atas ijin dan bantuan yang diberikan dalam penelitian ini
- Seluruh keluarga atas dukungan dan doanya
- Semua teman – teman yang turut membantu dalam penilitian ini

Penulis menyadari dalam laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun terhadap penulisan laporan ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis pribadi dan semua pihak yang membaca.

Malang, Agustus 2008

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN i

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR TABEL vi

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR LAMPIRAN viii

I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 5
1.4 Kegunaan 5
1.5 Tempat dan Waktu 5

II. TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Fitoplankton 6
2.2 Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein dari Fitoplankton 8
2.2.1 Karbohidrat 8
2.2.2 Lemak 9
2.2.3 Protein 10
2.3 Potensi Kandungan Nutrisi Mikroalga 12
2.4 Kualitas Air 13
2.4.1 Suhu 13
2.4.2 Kecerahan 14
2.4.3 Derajat Keasaman (pH) 15
2.4.4 Warna Air 15
2.5 Nutrien Penyebab Blooming Fitoplankton 16
2.5.1 Nitrat 16
2.5.2 Fosfat 18

III. METODOLOGI PENELITIAN 20
3.1 Materi Penelitian 20
3.1.1 Alat 20
3.1.2 Bahan 21
3.2 Metode Pengambilan Data 21
3.3 Metode Pengambilan Sampel Plankton 22
3.4 Parameter Penelitian 22

3.4.1 Analisis Kelimpahan Fitoplankton dan Kelimpahan Relatif Fitoplankton... 23
3.4.2 Pengambilan Sampel Air untuk Kultur Fitoplankton..... 25
3.4.3 Parameter Pendukung..... 29

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... 32
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian..... 32
4.1.1 Keadaan Geografis Waduk Karangkates..... 32
4.1.2 Maksud dan Tujuan Pembangunan Waduk Karangkates 33
4.1.3 Data Teknis Waduk Karangkates..... 34
4.1.4 Sarana dan Prasarana..... 34
4.2 Deskripsi Stasiun..... 35
4.2.1 Stasiun I..... 35
4.2.2 Stasiun II..... 36
4.2.3 Stasiun III..... 36
4.2.4 Stasiun IV..... 37
4.3 Analisis Fitoplankton..... 38
4.3.1 Kelimpahan Relatif Fitoplankton..... 38
4.3.2 Kelimpahan Rata – rata Fitoplankton..... 41
4.4 Analisis Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton..... 44
4.4.1 Stasiun I..... 44
4.4.2 Stasiun II..... 49
4.4.3 Stasiun III..... 53
4.4.4 Stasiun IV..... 57
4.5 Analisa Kualitas Air..... 62
4.5.1 Parameter Fisika..... 63
4.5.2 Parameter Kimia..... 66

V. KESIMPULAN DAN SARAN..... 70
5.1 Kesimpulan..... 70
5.2 Saran..... 70

DAFTAR PUSTAKA..... 71

LAMPIRAN..... 75

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Komposisi Kimia Alga Ditunjukkan dalam Zat Kering..... 12
2. Larutan Standart Pembanding Nitrat..... 30
3. Larutan Standart Pembanding Fosfat……..…….. 31
4. Kelimpahan Relatif Fitoplankton di Waduk Karangkates Selama Penelitian... 38
5. Kelimpahan Total Fitoplankton di Waduk Karangkates Selama Penelitian..... 41
6. Kualitas Air Waduk Karangkates Selama Penelitian..... 62

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Stasiun I (Inlet dari waduk Lahor) 36
2. Stasiun II (Daerah outlet) 36
3. Stasiun III (Daerah Tengah) 37
4. Stasiun IV (Daerah Keramba dekat pertanian) 37
5. Kelimpahan Relatif Fitoplankton 39
6. Kelimpahan Rata – Rata Fitoplankton 42
7. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 1 45
8. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 2 46
9. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 3 47
10. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 1 49
11. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 2 51
12. Persentase Kandungan Karbohidarat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 3 52
13. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 1 54
14. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 2 55
15. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 3 56
16. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun IV Minggu 1 58
17. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun IV Minggu 2 dan 3 59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Peta lokasi Waduk Karangkates 75
2. Denah pengambilan sampel di Waduk Karangkates 76
3. Kelimpahan Total Fitoplankton di Wduk Karangkates 77
4. Kelimpahan Relatif Fitoplankton di Waduk Karangkates 78
5. Kelimpahan Relatif Rata – Rata Fitoplankton di Waduk Karangkates 79
6. Data Kelimpahan Total Fitoplankton Hasil Kultur Selama 7 Hari 80
7. Data Kelimpahan Relatif (%) Fitoplankton Hasil Kultur Selama 7 Hari 81
8. Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Hasil Kultur Selama 7 Hari (%) 82
9. Gambar Fitoplankton yang ditemukan di Waduk Karangkates 83
10. Gambar Kultur Fitoplankton 87
11. Laporan Hasil Uji Kandungan Karbohidrat, Lemak, Protein, Abu dan Air..... 88

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekosistem perairan mempunyai peranan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup masa yang akan datang. Ekosistem perairan khususnya sumberdaya hayati nantinya dapat menjadi sumber yang lebih potensial daripada sumberdaya alam yang lainnya mengingat ekosistem didarat semakin berkurang dan menyempit, oleh karena itu kelestarian ekosistem perairan perlu dijaga dan dilestarikan.

Waduk adalah perairan berhenti atau menggenang yang terjadi karena dibuat oleh manusia dengan cara membendung sungai kemudian airnya disimpan (Subarijanti, 1990). Pembuatan waduk pada umumnya bertujuan untuk sumber air minum, PLTA, pengendali banjir, pengembangan perikanan darat, irigasi dan pariwisata. Waduk yang demikian disebut waduk serba guna (Ewusie, 1990).

Plankton adalah semua jasad renik yang hidupnya melayang dalam air, tidak atau sedikit bergerak dan selalu mengikuti arus (Sachlan, 1972). Plankton secara umum terbagi atas fitoplankton (tumbuhan) dan zooplankton (hewan).

Fitoplankton merupakan komponen yang sangat penting dalam suatu perairan, karena disamping mampu mensuplai makanannya sendiri (produksi primer) melalui reaksi fotosintesis menghasilkan oksigen, dalam rantai makanan fitoplankton berada dalam trofik level yang pertama yang berguna sebagai makanan alami ikan oleh karena itu keberadaan fitoplankton sangat penting termasuk di Waduk Karangakates.

Sungai Brantas adalah sungai terbesar di Provinsi Jawa Timur. Untuk memanfaatkan potensi yang ada pada kali Brantas secara maksimal maka dibangun beberapa waduk serbaguna disepanjang Kali Brantas diantaranya Waduk Lahor, Waduk Selorejo, Waduk Wlingi Raya dan Waduk Karangkates. Pada dasarnya karakteristik air Waduk Karangkates dipengaruhi oleh sumber – sumber air yang mengalir antara lain sungai Brantas, sungai Metro dan sungai Lesti (BIOTROP, 1980).

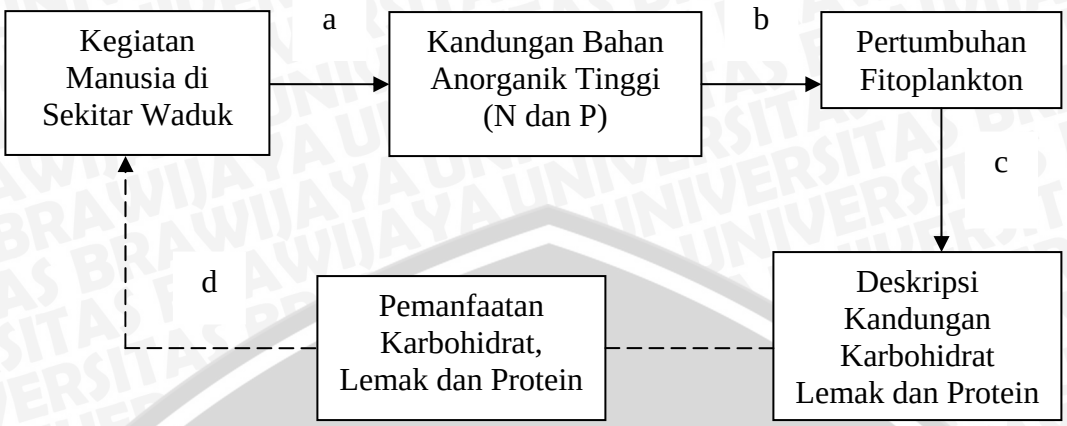
Pembangunan Waduk Karangkates ini memiliki nilai guna yang cukup tinggi, antara lain untuk pengendali banjir, pembangkit listrik, irigasi, perikanan darat maupun pariwisata. Menurut Samino, *et al*., (2005) Waduk Karangkates merupakan bendungan terbesar di sungai Brantas. Selain itu waduk ini juga sangat berpotensi mengalami pencemaran baik oleh limbah industri, pertanian maupun limbah rumah tangga (domestik). Masalah dari limbah tersebut menyebabkan terjadinya penurunan kualitas fisika dan kimia perairan. Selain itu adanya beban masukan baik bahan organik maupun anorganik dapat mengakibatkan berubahnya ketersediaan sumberdaya fitoplankton diperairan waduk.

Sehubungan dengan meningkatnya kandungan bahan organik di perairan waduk Karangkates sebagai akibat meningkatnya ketersediaan unsur nitrat dan orthofosfat menyebabkan terganggunya populasi fitoplankton yang dapat menimbulkan terjadinya blooming. Subrata (2007), telah melakukan penelitian tentang fitoplankton di Waduk Karangkates. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut kelimpahan fitoplankton yang mendominasi dari genus *Microcystis* dan perairan tersebut telah mengalami eutrofikasi (blooming fitoplankton).

Fitoplankton merupakan salah satu komponen penting dalam perairan tetapi apabila jumlahnya berlebih akan menimbulkan kerugian bagi organime perairan yang lainnya. Salah satu upaya untuk mengatasi pertumbuhan fitoplankton yang berlebih adalah dengan memanfaatkan fitoplankton tersebut. Pemanfaatan tersebut dapat dilakukan dengan melihat kandungan karbohidrat, lemak dan protein dari fitoplankton. Apabila kandungan karbohidrat, lemak dan protein tersebut tinggi maka akan dapat dimanfaatkan untuk kepentingan – kepentingan manusia.

1.2 Perumusan Masalah

Fitoplankton yang terdapat di Waduk Karangkates dalam kehidupannya dipengaruhi oleh adanya unsur hara terutama N dan P yang ada diperairan. Perairan alami unsur tersebut didapatkan dari limbah akibat dari kegiatan manusia di sekitar waduk (rumah tangga, pertanian, industri, kegiatan budidaya ikan di karamba dan pariwisata). Peningkatan bahan anorganik dan unsur hara dapat meningkatkan pertumbuhan fitoplankton. Untuk mengatasi kondisi pertumbuhan berlebih tersebut, maka fitoplankton yang ada harus dimanfaatkan misal dari kandungan karbohidrat, lemak dan protein. Berdasarkan uraian diatas maka permasalahan dapat dikemukakan diagram seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Permasalahan

Keterangan :

a. Kegiatan manusia yang ada di sekitar Waduk Karangkates diantaranya ialah pembuangan limbah domestik (sampah dan MCK), kegiatan pertanian (masuknya sisa pupuk pertanian ke dalam perairan), kegiatan pariwisata (pembuangan sampah) sehingga menyebabkan kandungan bahan organik maupun anorganik tinggi yang berdampak terhadap peningkatan kadar N dan P di perairan.

b. Peningkatan kadar N dan P di perairan dapat menyebabkan pertumbuhan populasi fitoplankton yang berlebih.

c. Blooming fitoplankton tersebut potensial untuk dikaji kadar karbohidrat, lemak dan protein.

d. Informasi tentang kadar karbohidrat, lemak dan protein pada mikroalga, bisa menjadi bahan kajian lebih lanjut untuk dimanfaatkan bagi kesejahteraan masyarakat.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan karbohidrat, lemak dan protein yang dihasilkan dari komunitas fitoplankton dari Waduk Karangkates sehingga dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuwan agar dapat dimanfaatkan lebih lanjut.

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini ialah untuk menambah pengetahuan dan wawasan mengenai kandungan karbohidrat, lemak dan protein yang terdapat pada fitoplankton dari Waduk Karangkates untuk dimanfaatkan lebih lanjut.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Waduk Karangkates Kecamatan Sumber Pucung Kabupaten Malang, Laboratorium Ilmu – Ilmu Perairan (IIP) dan *Workshop*, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Sedangkan untuk analisa karbohidrat, lemak dan protein dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya yang dilaksanakan bulan April - Mei 2008.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fitoplankton

Plankton merupakan organisme hidup yang melayang dalam air laut atau tawar dan pergerakannya secara pasif tergantung pada angin dan arus (Herawati, 1989). Plankton dibagi dalam dua golongan, yakni fitoplankton terdiri dari tumbuhan planktonik yang bebas melayang dan hanyut dalam air serta mampu berfotosintesis dan zooplankton adalah hewan – hewan air yang planktonik (Wirawan, 1995).

Cocarkin dan Agus (2000), menjelaskan bahwa dalam dunia perikanan plankton dapat dibedakan berdasarkan karakteristik biologinya yaitu mikro dan makro plankton. Mikroplankton adalah jasad – jasad renik yang melayang dalam air, tidak atau sedikit bergerak dan selalu mengikuti arus air. Makroplankton yaitu hewan – hewan yang agak besar (kasar) seperti larva udang juga jenis ubur – ubur kecil dan moluska.

Fitoplankton adalah plankton nabati yang disebut juga alga, terdapat di kolam dan tambak yang subur sebagai makanan alami ikan maupun udang (Subarijanti, 2000b). Fitoplankton juga merupakan tumbuhan air mikroskopis yang berfungsi sebagai produsen primer.

Fitoplankton yang hidup diperairan tawar terdiri dari lima kelompok besar (divisio) yaitu *Chlorophyta* (alga hijau), *Cyanophyta* (alga biru), *Chrysophyta*, *Phyrrophyta* dan *Eugleunophyta*. Fitoplankton umumnya bersifat kosmopolit, namun kehadirannya bervariasi dari satu tempat ke tempat lainnya. Perbedaan ini disebabkan oleh keadaan kualitas air yang dapat mempengaruhi komposisi jenisnya (Subarijanti, 1990).

Cyanophyta merupakan bentuk paling sederhana dari tanaman yang digolongkan sebagai alga. *Chyanophyta* disebut juga sebagai blue-green algae sama dengan bakteri karena tidak mempunyai nukleus. Alga ini juga tidak mempunyai membran nukleus dan nucleolus (Herawati, 1989).

Chlorophyta merupakan alga yang pigmen khloroplasnya jauh lebih banyak dibandingkan dengan alga lainnya, sedangkan *Chyrsophyta* disebut juga dengan *Bacillariace* (diatome) merupakan alga yang mempunyai dinding sel dari silika. Kelimpahannya yang padat dan dapat ditemukan pada beragam habitat terutama lingkungan perairan yang terdapat cukup sinar matahari (Herawati, 1989). Lebih lanjut dikatakan bahwa fitoplankton berdasarkan ukuran atau *size grading* dikelompokan menjadi empat macam yaitu makroplankton > 1 mm, mikroplankton < 1 mm, nannoplankton 5 – 60 mikrometer (µm), dan ultraplankton < 5 mikrometer (µm).

Fitoplankton bergerak menggunakan flagel dan tidak dapat menentang arus, mempunyai sifat khusus yaitu melayang dengan cara mengatur berat jenis tubuh agar sama dengan berat jenis media lingkungannya. Pengaturan berat jenis tubuh tersebut dapat dengan menambah atau mengurangi jumlah vakuola, maupun lemak yang merupakan cadangan makanan (*food reserve*). Dapat juga dengan memperpanjang atau memperpendek spine, chaeta dan sebagainya. Selain bergerak dengan flagel fitoplankton juga tertarik untuk bergerak mendekati cahaya matahari atau bersifat fototaksis positif (Sachlan, 1972). Fitoplankton di daerah tropis (panas) biasanya tumbuh dengan cepat, apabila cahaya matahari meningkat dan kebutuhan nutrien terpenuhi, pertumbuhannya kontinyu bahkan bisa mencapai blooming.

Cahaya memegang peranan penting diperairan karena intensitasnya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis. Intensitas cahaya yang masuk kedalam perairan akan dipengaruhi kecerahan sehingga menentukan tebalnya lapisan eufotik. Kelimpahan fitoplankton tertinggi biasanya terjadi di lapisan eufotik. Suksesi atau siklus hidup masing – masing spesies fitoplankton tergantung pada : kebutuhan nutrien, tingkat stratifikasi panas (suhu), gerakan atau perpindahan alga yang tidak tetap karena gerakan air dan pemangsaan oleh predator (Wirawan, 1995).

Fitoplankton sebagai aspek biotik tidak lepas dari aspek abiotik lingkungannya misalnya sinar matahari, air, oksigen, karbondioksida, dan garam-garam mineral tertentu yang terlarut terutama PO_4^{3-} dan NO_3^-. Oleh karena itu keadaan fitoplankton secara kualitatif maupun kuantitatif sangat tergantung pada faktor-faktor pembatas yang ada di lingkungannya (Polunin, 1990).

Pertumbuhan fitoplankton dipengaruhi oleh beberapa faktor fisika, kimia dan biologi. Faktor fisika yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton diperairan adalah intensitas cahaya, suhu dan arus. Faktor kimia terdiri dari unsur hara, garam-garam mineral, gas-gas dalam air (CO_2 bebas, O_2 terlarut) dan pH. Faktor biologi terdiri dari faktor intern yaitu chloroplast dan pigmen chloroplast (chlorophyll a, b, c, d) dan faktor ekstern yaitu predator dan adanya kompetitor (Subarijanti, 1990).

2.2 Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein dari Fitoplankton

2.2.1 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan kelompok organik terbesar yang terdapat pada tumbuhan seperti gula sederhana, pati, selulosa, gum dan substansi lainnya. Senyawa ini terdiri dari C, H, dan O dengan perbandingan antara hidrogen dan oksigen 2 : 1 menyerupai

molekul air H_2O sehingga dinamakan karbohidrat (Nur dan Arifin, 2004). Murtidjo (2001), menjelaskan bahwa zat hidrogen dan zat oksigen biasanya terdapat dalam karbohidrat dalam perbandingan yang hampir sama seperti dalam air. Di dalam analisis proksimat karbohidrat dibagi atas dua kelompok yaitu bahan ekstrak tanpa N (monosakarida dan disakarida) dan serat (polisakarida). Kandungan karbohidrat pada jasad makanan alami pada umumnya relatif rendah (Ekawati, 2005).

Karbohidrat dalam alga terdiri dari pati, selulosa, gula dan polisakarida lainnya. Kandungan karbohidrat pada mikroalga dipengaruhi oleh fase pertumbuhannya. Pada fase logaritmik, mikroalga dapat menghasilkan karbohidrat sebanyak 5 – 15% dan karbohidrat merupakan komposisi terkecil dibandingkan protein dan lemak. Namun dari hasil suatu penelitian melaporkan bahwa fase stasioner dan pada kondisi nitrat yang terbatas, tingkat karbohidrat dapat dua kali lebih tinggi dibandingkan protein. Jadi dapat diketahui bahwa kandungan karbohidrat dalam mikroalga diduga dipengaruhi oleh fase pertumbuhan dan kandungan nitrat dalam suatu perairan (Brown, 2007).

2.2.2 Lemak

Lemak merupakan senyawa organik yang penting terdapat pada tumbuhan, hewan dan mikroba. Selain itu lemak tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik seperti ether dan alkohol. Fungsi lemak adalah sebagai sumber energi metabolik dan asam lemak esensial yang berperan dalam struktur selular, pemeliharaan dan integrasi biomembran. Lemak juga merupakan sumber sterol, fosfolipid dan vitamin yang larut dalam lemak (Nur dan Arifin, 2004).

Mikroalga memiliki kandungan asam lemak tak jenuh rantai panjang yang dianggap sebagai nilai unggul dari mikroalga, karena ternyata merupakan produk spesifik mikroalga yang tidak atau jarang diproduksi oleh organisme lain (Ekawati, 2005).

Karbohidrat dan lemak mengandung beberapa karbon, hydrogen dan oksigen, namun lemak mengandung lebih banyak karbon dan hydrogen daripada oksigen. Lemak memberikan kurang lebih 2,25 kali lebih banyak energi daripada karbohidrat jika mengalami metabolisme, karena lemak mengandung nitrogen lebih tinggi daripada oksigen. Sifat lemak ditentukan oleh susunan asam lemaknya (Murtidjo, 2001).

Golongan alga yang memiliki kandungan asam lemak Omega 3 tinggi, berkisar 20% – 45% dari seluruh kandungan asam lemaknya adalah *Chlorella minuttisina*, *Euglena gracilis* dan *Hitchia closterium*. Omega 3 pada dasarnya disintetis dari asam linoleat dan asam linolenat yang biasanya terdapat dalam makanan (Ikrawan, 2007). *Spirullina* telah dianalisis dan ditemukan kaya akan asam lemak tak jenuh, salah satu jenis utama adalah asam linolenat yang mencapai 20% total lipid (Angka dan Suhartono, 2000).

2.2.3 Protein

Protein adalah zat organik yang mengandung karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, sulfur dan fosfor. Zat tersebut merupakan zat makanan utama yang mengandung nitrogen (Murtidjo, 2001), sedangkan menurut Afrianto dan Liviawaty (2005), protein adalah senyawa organik yang terbentuk dari rangkaian asam amino yang berikatan sesamanya malalui ikatan peptida dan ikatan silang antara ikatan sulfihidril, ikatan hidrogen dan ikatan van der waal.

Murtidjo (2001), menyatakan bahwa protein selalu mengandung unsur karbon (50-55%), hydrogen (5-7%), oksigen (20-25%) dan nitrogen (15-18%). Beberapa protein tertentu mengandung unsur fosfor (P), belerang (S) atau besi (Fe), sedangkan menurut Ekawati (2005) tinggi rendahnya produksi protein dipengaruhi oleh beberapa kandungan essensial pembentuk protein. Nitrogen merupakan suatu unsur hara utama dalam penyusun protein.

Nitrogen yang terdapat pada protein dicirikan dari komponen organik lainnya seperti lemak dan karbohidrat. Protein diperlukan untuk pertumbuhan, perbaikan jaringan dan pemeliharaan tubuh, tidak ada nutrient lain yang dapat menggantikan posisi dari protein dan peran utamanya dalam membangun dan memperbaiki sel-sel yang rusak (Nur dan Arifin, 2004).

Kadar protein yang tinggi dari bermacam – macam spesies alga merupakan salah satu dasar pertimbangan organisme untuk mengkonsumsinya (Richmond, 2005). Kandungan terbesar mikroalga dalam kaitannya terhadap gizi yang dibutuhkan manusia ada pada kadar tinggi asam amino sebagai satu – satunya tumbuhan berstruktur asam amino lengkap seperti pada protein hewani, kandungan protein yang lebih tinggi dari kacang soya, susu bahkan daging hewan, vitamin serta mineral, selain juga betakaroten dan klorofil yang sering digunakan sebagai antioksidan serta yang sekarang paling banyak disorot dalam beberapa riset baru, fikosianin yang juga berfungsi sebagai antioksidan ampuh dan pemicu daya tahan tubuh (Irawan, 2007).

2.3 Potensi Kandungan Nutrisi Mikroalga

Semua jenis alga memiliki komposisi kimia sel yang terdiri dari protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat (*nucleic acids*). Prosentase keempat komponen tersebut bervariasi tergantung jenis alga. Ada jenis alga yang memiliki komponen lemak lebih dari 40%. Komponen lemak inilah yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut.

Tabel 1. Komposisi Kimia Alga Ditunjukkan dalam Zat Kering (%)

Komposisi Kimia	Protein	Karbohidrat	Lemak	*Nucleic Acid*
Scenedesmus obliquus	50-56	10-17	12-14	3-6
Scenedesmus quadricauda	47	-	1.9	-
Scenedesmus dimorphus	8-18	21-52	16-40	-
Chlamydomonas rheinhardii	48	17	21	-
Chlorella vulgaris	51-58	12-17	14-22	4-5
Chlorella pyrenoidosa	57	26	2	-
Spirogyra sp	6-20	33-64	11-21	-
Dunaliella bioculata	49	4	8	-
Dunaliella salina	57	32	6	-
Euglena gracilis	39-61	14-18	14-20	-
Prymnesium parvum	28-45	25-33	22-38	1-2
Tetraselmis maculate	52	15	3	-
Porphyridium cruentum	28-39	40-57	9-14	-
Spirulina platensis	46-63	8-14	4-9	2-5
Spirulina maxima	60-71	13-16	6-7	3-4.5
Synechoccus sp.	63	15	11	5
Anabaena cylindrica	43-56	25-30	4-7	-

Sumber : Becker (1994) dalam www. Kamase.org (2008)

Alga tidak hanya berpotensi menghasilkan biodisel tetapi juga bahan pangan, pakan ternak, biomas yang langsung bisa dibakar, untuk industri farmasi, plastik, methanol guna untuk mengatasi pencemaran lingkungan. Berbagai jenis alga seperti *Griffithsia, Ulva, Enteromorpna, Gracilaria, Euchema* dan *Kappaphycus* telah dikenal luas sebagai sumber makanan seperti salad rumput laut. Begitupun dengan *Sargassum, Chlorela/Nannochloropsis* yang telah dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat,

Osmundaria, *Hypnea dan Gelidium* sebagai senyawa bioaktif, Laminariales atau Kelp dan *Sargassum muticum* yang mengandung senyawa alginat yang berguna dalam industri farmasi. Pemanfaatan berbagai jenis alga yang lain adalah ebagai bioetanol dan biodisel ataupun sebagai pupuk organik (Putra, 2006).

2.4 Kualitas Air

2.4.1 Suhu

Suhu perairan mempunyai peranan yang penting dalam ekosistem perairan selain berpengaruh terhadap berat jenis, viskositas dan densitas air juga berpengaruh terhadap kelarutan gas – gas dalam air serta mempengaruhi pertumbuhan maupun aktivitas organisme (Subarijanti, 2000b), sedangkan menurut Effendi (2003), perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi air.

Air mempunyai kapasitas panas yang lebih tinggi, jika dibandingkan dengan udara. Dalam setiap penelitian pada ekosistem air, pengukuran suhu merupakan hal yang mutlak dilakukan. Hal ini disebabkan kelarutan berbagai jenis gas di dalam air serta semua aktivitas biologis – fisiologis di dalam ekosistem air sangat dipengaruhi oleh suhu. Peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air, dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu perairan sebesar 10^{o}C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2 – 3 kali lipat. Selain itu peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20^{o} – 30^{o}C (Effendi, 2003).

2.4.2 Kecerahan

Kecerahan adalah ukuran transparansi perairan yang diamati secara visual dengan alat bantu yang disebut " *Secchi disk*". Kecerahan dapat digunakan untuk menduga kepadatan plankton bila kekeruhan perairan terutama disebabkan oleh plankton (Hariyadi *et al*, 1992), sedangkan menurut Sumawidjaya (1974) *dalam* Cocarkin dan Agus (2000), kecerahan adalah kemampuan cahaya matahari untuk menembus air. Richmond (2005), menyatakan bahwa intensitas cahaya yang tinggi cenderung mempertinggi produksi polisakarida dalam sel alga.

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan – bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain (APHA, 1976 *dalam* Effendi, 2003).

Kecerahan air sangat tergantung pada warna dan kekeruhan. Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan meter. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu, pengukuran, kekeruhan dan padatan tersuspensi serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran (Effendi, 2003).

Fitoplankton di daerah tropis dapat tumbuh dengan cepat jika intensitas cahaya matahari dan kebutuhan hara terpenuhi. Oleh karena itu kelimpahan fitoplankton yang tertinggi diperoleh pada daerah yang masih dapat ditembus cahaya (Goldman dan Horne, 1994).

2.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) menurut Effendi (2003), menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimia perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Selain itu nilai pH juga mempengaruhi komunitas biologi perairan.

Mackeret, *at al*. (1989) *dalam* Effendi (2003), berpendapat bahwa pH juga berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas, sehingga dapat dikatakan bahwa 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 sedangakan pH 8,3 CO_2 dan H_2CO_3 tidak ditemukan lagi. Alga lebih menyukai karbondioksida sebagai sumber karbon dibandingkan dengan karbonat dan bikarbonat. Jadi dapat dikatakan bahwa pH sangat mempengaruhi pertumbuhan dan kandungan karbohidrat pada alga.

Arfiati (1995), menyatakan bahwa derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap tumbuhan dan hewan air, sehingga sering dipergunakan sebagai petunjuk baik buruknya keadaan air sebagai lingkungan hidup.

2.4.4 Warna Air

Warna perairan biasanya dikelompokkan menjadi dua, yaitu warna sesungguhnya dan warna tampak. Warna sesungguhnya adalah warna yang hanya disebabkan oleh bahan – bahan kimia terlarut. Pada penentuan warna sesungguhnya, bahan – bahan tersuspensi yang dapat menyebabkan kekeruhan dipisahkan terlebih dahulu. Warna tampak adalah warna yang tidak hanya disebabkan oleh bahan terlarut, tetapi juga oleh bahan tersuspensi (Effendi, 2003).

Warna air sangat ditentukan oleh warna dari fitoplankton, dengan warna yang dimiliki oleh masing – masing fitoplankton maka sistematikanya juga didasarkan oleh warna plankton (Sachlan, 1983 *dalam* Cocarkin dan Agus, 2000). Phyllum *Chrysophyta* menyebabkan air berwarna kuning karena fitoplankton tersebut mengandung pigmen *carotine* dam *xantofile*. Phyllum *Cyanophyta* menyebabkan air berwarna biru karena fitoplankton tersebut mengandung pigmen *phycocianin*. Phyllum *Chlorophyta* menyebabkan air berwarna hijau karena fitoplankton tersebut mengandung chlorophyl (Cocarkin dan Agus, 2000).

Faktor – faktor yang menentukan warna air yaitu bahan-bahan yang melayang, baik yang hidup maupun yang mati. Kualitas cahaya yang jatuh, yang dipengaruhi oleh warna daerah sekelilinginya, warna langit dan warna dasar perairan (Subarijanti, 1990).

2.5 Nutrien Penyebab Blooming Fitoplankton

2.5.1 Nitrat

Unsur nitrogen mempunyai peranan penting dalam perairan terutama bagi tanaman tingkat tinggi dan fitoplankton serta merupakan salah satu unsur utama pembentuk protein. Adapun fikasasi nitrogen diperairan terjadi karena aktivitas bakteri terutama yang terjadi di dasar perairan. Sedangkan yang terjadi di permukaan karena fiksasi nitrogen oleh beberapa jenis *Cyanophyceae* seperti *Anabaena*, *Nostoc* dan sebagainya (Subarijanti, 1990).

Nitrogen dalam perairan ada berbagai bentuk yaitu berbentuk gas (N_2), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3), ammonium (NH_4) dan amoniak (NH_3). Alga maupun tanaman dapat memanfaatkan senyawa garam ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3) (Subarijanti, 1990). Kadar N menurut beberapa peneliti di perairan sangat kecil, umumnya kurang dari 5

ppm, sedangkan batas minimal untuk pertumbuhan alga adalah 0,35 ppm. Nitogen tidak selalu menjadi faktor pembatas bagi semua alga, misalnya dari jenis *Diatome* dan *Cyanophyceae* walaupun unsur N ini merupakan bagian penting dalam struktur protoplasma jasad – jasad tersebut (Subarijanti, 2000b).

Lebih lanjut dikatakan oleh Subarijanti (1990), bentuk senyawa yang dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman dan fitoplankton adalah nitrat, nitrit dan amida. Nitrat merupakan hasil dari reaksi biologi yaitu nitrogen organik. Limbah industri dan domestik akan mengandung nitrat dan akan menjadi polusi untuk permukaan air. Penambahan nitrat pada perairan dapat berasal dari pupuk yang tercuci dari tanah pertanian. Residu dari limbah peternakan yang mengandung nitrogen organik dan apabila teroksidasi juga menjadi nitrat.

Sejumlah studi menunjukkan bahwa biosintesis dan akumulasi lemak ditingkatkan dalam nitrogen terbatas dari mikroalga. Sebaliknya pada ujung lemak dari sel yang tercukupi nitrogen, lemak netral dalam bentuk *triacygliserol* menjadi komponen lemak predominan dari sel dengan nitogen menipis. Sampai nilai nitrogen jauh dibawah nilai ambang, fotosintesis masih berlanjut sekalipun mengalami penurunan (Thompson, 1996 dalam Richmond, 2005). Beberapa spesies alga meningkatkan kandungan karbohidrat mereka daripada lemak dibawah kondisi nitogen menipis, seperti spesies *Dunaliella* yang dalam jumlah besar gliserol dapat diakulmulasi bersama dengan peningkatan mono-, di- dan polisakarida dibawah kondisi pertumbuhan dengan nitogen hampir hilang (Borowitzka & Borowitzka, 1988 *dalam* Richmond, 2005).

Pada genus *Chlorella*, beberapa spesies ditemukan mengakumulasi sejumlah besar zat tepung dibawah miskin nitrogen mengingat yang lain justru mengakumulasi lemak netral. Total produktivitas polisakarida dapat ditingkatkan dengan pengurangan nitogen (Richmond, 20005).

2.5.2 Fosfat

Fosfor adalah suatu nutrien metabolik kunci dan unsur ini sering mengatur produktivitas perairan alami. Senyawa N organik biasanya terdapat dalam bentuk terlarut, hanya sedikit sekali di dalam perairan alami. Effendi (2003), menyatakan bahwa fosfor merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga, sehingga unsur ini menjadi faktor pembatas bagi tumbuhan dan alga akuatik serta sangat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan.

Penambahan unsur fosfor kedalam suatu perairan akan mendorong laju pertumbuhan dan meningkatkan biomass fitoplankton. Bentuk fosfat anorganik (ortofosfat) adalah bentuk umum fosfat yang efektif bagi pertumbuhan fitoplankton. Dalam memanfaatkan ortofosfat secara efektif , fitoplankton didukung oleh cahaya dan kedalaman perairan. Pada lapisan hypolimnion jumlah total fosfat lebih banyak dari lapisan epilimnion, namun fitoplankton tidak dapat memanfaatkan ortofosfat secara efektif karena pada lapisan tersebut intensitas cahaya sangat kurang. Demikian pula dengan sifat kekeruhan yang tinggi fitoplankton tidak dapat memanfaatkan fosfat secara efektif (Kerek 1975 *dalam* Subarijanti 1990).

Gejala dari penipisan fosfor juga sama terjadi pada kekurangan nitrogen saat kultur. Kandungan chlorophyll a menjadi menurun sementara kandungan karbohidrat meningkat dalam sel eukariotik dan prokariotik. Sebaliknya, sedikit terjadi penurunan phycobilisome pada saat fosfor semakin berkurang. Kekurangan fosfor dilaporkan dapat menyebabkan akumulasi β-*caroten* dalam sel *Dunaliella* dan akumulasi *astaxanthin* dalam sel *Haematococcus* (Richmond, 2005).

Subarijanti (2000b), mengemukakan bahwa kandungan ortofosfat pada perairan alami tidak lebih dari 0,1 ppm kecuali untuk perairan yang mengalami penumpukan unsur fosfat (akibat buangan limbah rumah tangga, industri dan peratanian). Ketersediaan unsur P di perairan ditentukan oleh faktor lingkungan antara lain alkalinitas, pH, kandungan bahan organik dan kandungan unsur lain (Ca, Fe dan Al). Penambahan unsur P kedalam perairan sangat menentukan struktur komunitas dan perubahan tingkat kesuburan perairan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah mengukur kandungan karbohidrat, lemak dan protein pada alga dari perairan Waduk Karangkates Kecamatan Sumber Pucung Kabupaten Malang.

3.1.1 Alat

- Akuarium percobaan yang berukuran 30 x 35 x 50 cm sebanyak 12 buah untuk membiakkan fitoplankton yang terdiri dari 4 stasiun pengambilan sampel air dengan pengulangan sebanyak 3 kali dan diletakkan secara acak.
- Selang aerasi, batu aerasi dan aerator (*blower*) untuk aerasi dalam kultur fitoplankton.
- Lampu TL sebagai penerangan pada saat kegiatan kultur dilaksanakan
- Jurigen air sebagai wadah air sampel dari waduk
- Botol film sebagai wadah sampel fitoplankton yang sudah diawetkan untuk diamati kelimpahan relatifnya.
- Plankton net untuk menyaring Fitoplankton
- Alat – alat untuk analisa kualitas air antara lain *Thermometer*, *Secchi disk*, cawan porselin, *Hot plate*, pipet tetes, pipet volume, tabung reaksi, erlenmeyer, *beaker glass*, spatula dan spektrofotometer.
- Alat – alat untuk pengamatan fitoplankton seperti mikroskop, *objek glass*, *cover glass*, pipet tetes.
- Timbangan Analitik

3.1.2 Bahan

- Fitoplankton
- Air sampel
- Pupuk yang digunakan adalah Urea (amoniak dan gas arang) dan TSP (monokalium fosfat 46 – 48%) dan Walne ($NaNO_3$ 100 ppm; NaEDTA 45 ppm; H_3BO_3 33,6 ppm; NaH_2PO_4 20 ppm, $FeCl_2$ 1,3 ppm$MnCl_2$ $4H_2O$ 20 ppm; vitamin 1 ml dan larutan logam mikro 1 ml untuk 10 liter air) dari BBAP Situbondo.
- Bahan untuk mengawetkan fitoplankton adalah alkohol 70 % pada sampel yang diamati.
- Bahan untuk mengukur kandungan nitrat dan orthofosfat seperti asam fenol disulfonik, aquadest, NH_4OH (1-1), ammonium molybdate, dan $SnCl_2$.

3.2 Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei yaitu mengambil sampel dari satu ekosistem (waduk Karangkates). Dalam metode ini pengambilan data dilakukan tidak hanya terbatas pada pengumpulan dan penyusunan data, tetapi juga meliputi analisis dan pembahasan dari data tersebut. Metode ini bertujuan untuk membuat penggambaran secara sistematis, nyata dan akurat mengenai fakta – fakta dan sifat – sifat populasi atau daerah tertentu (Suryabrata, 1988).

3.3 Metode Pengambilan Sampel Plankton

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali, selang waktu 1 minggu dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Dalam penelitian ini ditetapkan 4 (empat) stasiun pengukuran dan pengambilan contoh air dan plankton. Penentuan lokasi pengambilan sampel didasarkan pada sifat fitoplankton yang mengikuti arus. Stasiun pengamatan pada perairan waduk Karangkates untuk pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar lampiran 4.

- Stasiun 1 : Daerah aliran air masuk (inlet) dari waduk Lahor yang dekat dengan vegetasi pohon-pohon besar dan semak
- Stasiun 2 : Daerah tempat air keluar (outlet) yang dekat dengan daratan
- Stasiun 3: Daerah bagian tengah waduk yang merupakan pertemuan dari 3 muara sungai yaitu sungai Brantas, sungai Metro dan sungai Lesti.
- Stasiun 4: Daerah keramba jaring apung yang dekat dengan pertanian

3.4 Parameter Penelitian

Parameter yang diambil dalam penelitian ini diantaranya adalah kandungan karbohidrat, lemak dan protein pada fitoplankton yang telah diambil dari waduk Karangkates serta analisa kelimpahan relatif fitoplankton berdasarkan Herawati (1989). Kelimpahan total fitoplankton dihitung berdasarkan Bloom (1998). Parameter pendukung fisika adalah suhu, kecerahan dan warna air serta parameter kimia yaitu pH, nitrat dan orthofosfat dianalisa berdasarkan Bloom (1998). Identifikasi jenis fitoplankton ditentukan berdasarkan Sachlan (1973), Davis (1995) dan Prescott (1979).

3.4.1 Analisis Kelimpahan Total Fitoplankton dan Kelimpahan Relatif Fitoplankton

1. Pengambilan Sampel Air

- Menyaring sampel air waduk sebanyak ± 10 lt pada stasiun – stasiun yang telah ditentukan dengan menggunakan plankton net no.25 hingga tersisa ± 50 ml.
- Menetesi sampel dengan Alkohol 70% sebanyak 5 – 6 tetes untuk 1 botol sampel dan diberi label.
- Sampel air yang telah diambil sudah siap untuk diamati kelimpahan total fitoplankton dan kelimpahan relatif fitoplankton yang ditemukan.

2. Identifikasi Jenis Fitoplankton

- Menetesi obyek glass dengan air sampel.
- Menutupi cover glass dan diamati di bawah mikroskop.
- Mengidentifikasi jenis fitoplankton.

3. Analisa Kualitatif Fitoplankton

- Menetesi obyek glass dengan air sample hasil saringan fitoplankton.
- Menutupi dengan cover glass dan diamati dibawah mikroskop.
- Mengamati dan menggambar bentuk fitoplankton yang terlihat dengan perbesaran 400 x.

4. Kelimpahan Relatif Fitoplankton

- Mengambil sampel air sebanyak 10 lt kemudian disaring dengan menggunakan plankton net no. 25.
- Menetesi dengan Alkohol 70% sebanyak 5-6 tetes untuk 1 botol sampel dan diberi label.

- Mengamati sampel air dengan mikroskop dengan 9 lapang pandang.
- Menghitung kelimpahan relatif dengan rumus sebagai berikut :

Rumus : $KR = \frac{Ni}{N} x100\%$

Keterangan : KR = Kelimpahan Relatif
Ni = Jumlah individu pada genus tersebut.
N = Jumlah total individu

5. Kelimpahan Total Fitoplankton

- Mengambil sampel air sebanyak 10 lt kemudian disaring dengan menggunakan plankton net no. 25.
- Menetesi dengan Alkohol 70% sebanyak 5-6 tetes untuk 1 botol sampel dan diberi label.
- Mengamati sampel air dengan mikroskop dengan 9 lapang pandang dan perbesaran 400x.
- Menghitung dengan menggunakan rumus : "***Lackey Drop***"
- Kelimpahan = Faktor x n

$$Faktor = \frac{TxV}{LxvxPxW}$$

Keterangan :

T = Luas gelas penutup (20 x 20 mm^2)
L = Luas lapang pandang (mm^2)
V = Volume konsentrat plankton dalam botol penampung (33ml)
v = Volume konsentrat plankton dibawah gelas penutup (0,05 ml)
W = Volume air waduk yang tersaring dengan plankton net (10 L)
P = Jumlah lapang pandang
n = Jumlah fitoplankton yang ada dalam lapang pandang

3.4.2 Pengambilan Sampel Air untuk Kultur Fitoplankton

- Mengambil sampel air ± 10 lt.
- Menyaring dengan menggunakan plankton net no.25 hingga tersisa ± 2 lt.
- Sampel air yang telah diambil dimasukkan dalam wadah (termos) yang sebelumnya sudah diberi es supaya air sampel tidak berubah kandungan fitoplanktonya.
- Sampel air dimasukkan dalam media kultur yang sebelumnya sudah dipersiapkan.

1. Media Kultur Fitoplankton berdasarkan Chilmawati (2008)

- Membersihkan aquarium yang akan digunakan sebagai media kultur dengan menggunakan detergen setelah itu dibilas dengan aquadest kemudian keringkan.
- Memasukkan air tawar kedalam aquarium
- Memberi pupuk Urea (0,5 gr) dan TSP (0,5 gr) dan Walne (1 ml) serta melakukan aerasi dengan menggunakan aerator ± 24 jam agar pupuk dapat tercampur dengan air.
- Memasukkan air sampel yang mengandung fitoplankton sebanyak 2 lt kedalam aquarium berisi 8 lt air sehingga total volume air 10 lt, diaerasi dan diberi sinar lampu TL.
- Setelah sekitar 7 hari dari inokulasi plankton dipanen untuk diukur kadar karbohidrat, lemak dan proteinnya.

2. Kelimpahan Total Fitoplankton Selama Kultur 7 Hari

- Mengambil sampel air sebanyak 500 ml kemudian disaring dengan menggunakan plankton net no. 25.

- Menetesi dengan Alkohol 70% sebanyak 5-6 tetes untuk 1 botol sampel dan diberi label.
- Mengamati sampel air dengan mikroskop dengan 9 lapang pandang dan perbesaran 400x.
- Menghitung dengan menggunakan rumus : "***Lackey Drop***"
- Kelimpahan = Faktor x n

$$Faktor = \frac{TxV}{LxvxPxW}$$

Keterangan :

T = Luas gelas penutup (20 x 20 mm^2)
L = Luas lapang pandang (mm^2)
V = Volume konsentrat plankton dalam botol penampung (33ml)
v = Volume konsentrat plankton dibawah gelas penutup (0,05 ml)
W = Volume air waduk yang tersaring dengan plankton net (10 L)
P = Jumlah lapang pandang (9)

3. Kelimpahan Relatif Fitoplankton Setelah Kultur 7 Hari

- Mengambil sampel air sebanyak 500 ml kemudian disaring dengan menggunakan plankton net no. 25.
- Menetesi dengan Alkohol 70% sebanyak 5-6 tetes untuk 1 botol sampel dan diberi label.
- Mengamati sampel air dengan mikroskop dengan 9 lapang pandang
- Menghitung kelimpahan relatif dengan rumus sebagai berikut :

Rumus : $KR = \frac{Ni}{N} x100\%$

Keterangan : KR = Kelimpahan Relatif
Ni = Jumlah individu pada genus tersebut.
N = Jumlah total individu

4. Pengukuran Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein

Analisis kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pangan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Analisa kadar karbohidrat berdasarkan Winarno (2002), analisa kadar protein dengan metode kjeldahl menurut Sasmito (2006), analisa kadar lemak dengan metode soxhlet menurut Sasmito (2006), analisa kadar air dengan metode oven menurut Sudarmaji (1996) dan analisa kadar abu dengan metode total abu menurut Sudarmaji (1996).

a) Analisa Kadar Karbohidrat

Analisa kandungan karbohidrat dalam suatu bahan pangan dapat dilakukan dengan perhitungan kasar (*proxymate analysis*) atau disebut juga *Carbohydrate by Difference*. Proxymate analysis adalah suatu analisis dimana kandungan karbohidrat termasuk serat kasar diketahui bukan melalui analisis tetapi melalui perhitungan, yaitu :

Kadar karbohidrat (%) = 100 - % (protein + lemak + abu + air)

b) Analisa Kadar Protein

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 menggunakan metode ini didasarkan pada total N kemudian dikalikan dengan 6,25. Prinsip dari metode kjeldahl ini adalah dengan mencerna (digest) bahan dengan H_2SO_4 pekat sehingga N protein terurai dan membentuk $(NH_4)_2SO_4$. Setelah dicerna ditambahkan larutan NaOH sehingga ammonium sulfat membentuk NH_3 yang selanjutnya didestilasi dan ditampung dalam asam borat menjadi NH_4BO_3 dan dititrasi dengan H_2SO_4.

Kadar protein dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{ml\ titrasi\ H_2SO_4\ x\ NH_2SO_4\ x 14\ x 6{,}25}{1000\ x\ gram\ contoh} x100\%$$

c) Analisa kadar Lemak

Sebanyak 5 gram sampel yang telah kering dibungkus dengan kertas saring, lalu dimasukkan ke dalam labu soxhlet, sementara petroleum eter dimasukkan kedalam labu lemak yang telah ditimbang beratnya. Selanjutnya diekstrak selama 5 jam. Destilasi pelarut yang ada didalam labu lemak, lalu dikeringkan didalam oven pada suhu 105^0C. Kadar lemak dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{Berat\ labu\ akhir - Berat\ labu\ awal}{Berat\ sampel} x100\%$$

d) Analisa Kadar Air

Sampel sebanyak 2 gram dihancurkan dan dimasukkan ke dalam cawan, lalu dipanaskan dalam oven 105^0C selama 3 jam. Setelah itu dimasukkan kedalam eksikator dan ditimbang beratnya. Kadar air sampel dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{Berat\ sampel\ awal - Berat\ sampel\ akhir}{Berat\ sampel\ akhir} x100\%$$

e) Analisa Kadar Abu

Sampel ditimbang sebanyak 2 gram lalu dimasukkan dalam cawan porselin, kemudian dioven sampai kering. Setelah dimasukkan dalam tanur (600^0C) selama 4 – 5 jam. Sampel dimasukkan ke dalam eksikator selama 30 menit, kemudian ditimbang. Kadar abu dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{Berat\ abu}{Berat\ sampel} x100\%$$

3.4.3 Parameter Pendukung

Paramter fisika meliputi suhu, kecerahan dan warna air. Paramter kimia (pH, nitrat dan orthofosfat) diamati berdasarkan Bloom (1998).

a. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan *Thermometer Hg*. Tahapan kerjanya adalah sebagai berikut :

- Mengkalibrasi *Thermometer* yang digunakan.
- Memasukkan *Thermometer* ke dalam perairan dengan posisi membelakagi sinar matahari selama ± 1 menit.
- Menunggu sampi air raksa dalam *Thermometer* berhenti pada skala tertentu atau menunjukkan angka yang stabil.
- Melakukan pembacaan dengan menggangkat *Thermometer* dari badan air tanpa bersentuhan dengan kulit.

b. Kecerahan

Pengukuran tingkat kecerahan dilakukan dengan menggunakan *Secchi disc*. Tahapan kerjanya adalah sebagai berikut :

- Memasukkan *secchi disck* secara perlahan – lahan ke dalam air hingga batas kelihatan dan dicatat kedalamannya sebagai kedalaman 1.
- Menurunkan sampai titik kelihatan, kemudian pelan – pelan diatrik lagi sampai nampak dan dicatat kedalamannya sebagai kedalaman 2.
- Menghitung hasil pengukuran kedalaman yang didapat dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Kedalaman = \frac{Kedalaman1 + Kedalaman2}{2}$$

c. Warna Air

Pengukuran tingkat warna air dilakukan secara visual (langsung) yaitu dengan penglihatan mata peneliti pada warna perairan yang ada. Peneliti mengamati warna periran yang ada pada waktu itu sehingga bisa diketahui fitoplankton yang mendominasi dari warna perairan tersebut.

d. Nitrat

- Membuat larutan standart pembanding nitrat-nitrogen seperti pada tabel 1.

Tabel 2. Larutan standart pembanding Nitrat-nitrogen

Larutan standart nitrat (ppm)	Larutan menjadi (ml)	Nitrat- N yang 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

- Menyaring 100 ml air contoh dan menuangkan ke dalam cawan porselin.
- Menguapkan di atas pemanas air sampai kering
- Mendinginkan dan menambahkan 2 ml asam fenoldisulfonik dan mengaduk dengan pengaduk gelas kemudian mengencerkan dengan 10 ml aquades.
- Menambahkan NH_4OH (1-1) sampai terbentuk warna, diencerkan dengan aquades sampai 100 ml, kemudian memasukkan dalam tabung reaksi.
- Membandingkan warna air contoh dengan larutan standart nitrat. Apabila menggunakan spektrofotometer, pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 380 nm.

e. Orthofosfat

- Membuat larutan standart pembanding fosfat seperti pada tabel 2.
- Menambahkan 2 ml larutan ammonium molybdate-asam sulfat ke dalam masing-masing larutan standar yang telah dibuat dan goyangkan sampai larutan bercampur.
- Menambahkan 5 tetes larutan $SnCl_2$ dan kocok. Warna biru akan timbul (10-12 menit) sesuai dengan kadar fosfornya.
- Mengukur dan tuangkan 50 ml air contoh ke dalam erlenmeyer.
- Membandingkan warna biru dari air contoh dengan larutan standar, baik secara visual atau dengan spektrofotometer (panjang gelombang = 610 nm).
- Melihat hasil yang diperoleh dari spektrofotometer kemudian mencatat hasilnya sebagai nilai dari orthofosfat.
- Tabel 3. Larutan standart pembanding fosfat

Larutan standart pembanding (ppm)	Larutan menurut jumlah ml larutan standart fosfor (mengandung 5 ppm P) dalam aquades sampai 50 ml
0,025	0,25
0,05	0,5
0,10	1,0
0,25	2,5
0,50	5,0
0,75	7,5
1,00	10,0

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Waduk Karangkates merupakan waduk yang terletak di Kecamatan Sumber Pucung Kabupaten Malang. Waduk Karangkates ini merupakan bendungan terbesar yang dialiri oleh 3 sungai yaitu sungai Brantas, sungai Metro dan sungai Lesti. Selain itu waduk tersebut juga mendapatkan masukan aliran air dari Waduk Lahor. Pembangunan Waduk Karangkates ini memiliki nilai guna yang cukup tinggi, antara lain untuk pengendali banjir, pembangkit listrik, irigasi, perikanan darat maupun pariwisata.

4.1.1 Keadaan Geografis Waduk Karangkates

Waduk Karangkates merupakan bendungan terbesar yang dialiri oleh sungai Brantas. Letak geografis Waduk Karangkates yaitu $08^{0}09{,}433'$ LS dan $112^{0}27{,}103'$ BT. Iklim di sekitar Waduk Karangkates adalah sama dengan rata-rata daerah lain di Jawa Timur, mengalami dua musim yaitu musim hujan yang terjadi pada bulan November – April dan musim kemarau pada bulan Mei – Oktober. Curah hujan tahunan rata-rata di daerah pengalirannya (DAS) sebesar 2300 mm (Samino, dkk., 2005).

Waduk Karangkates sangat berpotensi mengalami pencemaran baik oleh limbah industri, pertanian maupun limbah rumah tangga (domestik). Industri-industri yang ada di sepanjang aliran sungai Brantas diantaranya pabrik tepung tapioka, gula, kertas dan rokok. Waduk Karangkates bagian hulu terdapat berbagai aktifitas perikanan tangkap dan budidaya, sedangkan di utara dan selatan Waduk Karangkates bagian tengah telah terjadi penggundulan hutan (Maharisma, 2004). Hal-hal tersebut akan berpengaruh terhadap kondisi kualitas air waduk terutama bagian hilir.

4.1.2 Maksud dan Tujuan Pembangunan Waduk Karangkates

Pembangunan Waduk karangkates menurut informasi yang diperoleh dari Perum Jasa Tirta 1 Kota Malang memiliki maksud dan tujuan sebagai berikut:

1. Pengendali banjir

Banjir maksimum (1000 tahunan) sebesar 4.000 m^3/det dapat dikendalikan menjadi 1.580 m^3/det. Banjir 10 tahunan 1.540 m^3/det dapat dikendalikan menjadi 350 m^3/det.

2. Pembangkit tenaga listrik

Pembangkit tenaga listrik dengan daya terpasang 2 x 35.000 KW dapat memberikan tambahan listrik sebesar 400 juta Kwh per tahun. Dengan berfungsinya Waduk Lahor, dapat dioperasikan unit pembangkit tenaga listrik sebesar 3 x 35.000 kW dan memberikan tambahan listrik sebesar 488 juta kWh per tahun.

3. Irigasi

Pengaturan air Waduk Karangkates dengan Waduk Lahor dapat memberikan tambahan debit untuk irigasi di sebelah hilir pada musim kemarau sebesar 24 m^3/det dari yang semula hanya 5 m^3/det. Ini berarti dapat menstabilisir pemberian air untuk irigasi di hilir Karangkates sepanjang tahun untuk daerah seluas 34.000 Ha.

4. Manfaat lain

Manfaat – manfaat lain dari pembangunan Waduk Karangkates adalah untuk perikanan darat dan pariwisata serta menambah kesejahteraan masyarakat sekitar waduk.

4.1.3 Data Teknis Waduk Karangkates

Menurut Jasa tirta (2000) data teknis Waduk Karangkates sebagai berikut :

- Waduk

Kapasitas maksimum	: 343.000.000 m^3
Kapasitas relatif	: 253.000.000 m^3
Daerah terendam	: 15 km^2
Daerah pengaliran	: 2.050 km^2
Tinggi muka air normal	: El. 272.50 m
Tinggi muka air rendah	: El 246.00 m
Tinggi muka air banjir	: El 277.00 m

- Bendungan utama

Tipe	: Timbunan batu
Panjang puncak	: 823.50 m
Lebar puncak	: 13.70 m
Lebar dasar	: 400.00m
Volume timbunan	: 6.156.000 m^3
Elevasi puncak	: El 257 m
Elevasi	: El. 180.150

4.1.4 Sarana dan Prasarana

Lokasi Waduk Karangkates sangat strategis, terletak di pinggir jalan raya yang dilewati oleh kendaraan umum jurusan Malang – Blitar, sehingga memudahkan pengunjung untuk datang ke taman wisata Karangkates.

Taman wisata Karangkates dilengkapi fasilitas kebun binatang mini terdapat kijang dan burung merak, mainan anak, kantin, tempat penjualan souvenir khas daerah Malang dan sekitarnya, Musholla, kamar mandi dan WC. Lebih spesifik bendungan di Taman Wisata Karangkates bisa dipakai untuk arena lomba dayung, tempat pemancingan ikan, rekreasi air juga sebagai tempat *Study Tour*. Selain dijadikan sebagai sarana wisata air dapat dijadikan arena sepeda gunung (Jasa tirta, 2000).

4.2 Deskripsi Stasiun

Pengamatan pada penelitian ini dilakukan pada 4 stasiun yaitu stasiun 1 di aliran air masuk (inlet), stasiun 2 berada di daerah aliran air keluar (outlet), stasiun 3 berada di daerah tengah waduk dan stasiun 4 di daerah keramba jaring apung yang dekat dengan pertanian. Dengan deskripsi masing-masing stasiunnya adalah sebagai berikut:

4.2.1 Stasiun 1

Stasiun 1 terletak pada aliran masuk (Inlet) yang berasal dari Waduk Lahor, pada stasiun ini keadaan airnya lebih jernih dibandingkan dengan stasiun yang lain, hal ini karena adanya aliran yang masuk sehingga terjadi pengadukan secara langsung. Vegetasi pada stasiun ini berupa pohon-pohon besar dan semak, selain itu karena dekat dengan daratan banyak dipengaruhi oleh sampah yang berasal dari kegiatan pariwisata di Waduk Karangkates (gambar 1).

Gambar 1. Stasiun 1 (Inlet)

4.2.2 Stasiun 2

Stasiun 2 terletak pada daerah aliran air keluar, warna air stasiun ini sangat hijau dan pekat ditambah lagi banyak tumpukan sampah dari aktifitas pariwisata karena letaknya dekat dengan daratan, pada bagian tepi waduk banyak terdapat busa (gambar 2).

Gambar 2. Stasiun 2 (Outlet)

4.2.3 Stasiun 3

Stasiun 3 terletak di tengah waduk, stasiun ini sebagai tempat pertemuan dari 3 muara sungai yaitu sungai Brantas, sungai Metro dan sungai Lesti serta mendapatkan masukan air dari Waduk Lahor, warna airnya hijau dan pekat (gambar 3).

Gambar 3. Stasiun 3 (Tengah)

4.2.4 Stasiun 4

Stasiun 4 terletak di daerah budidaya keramba jaring apung, stasiun ini terletak di daerah pinggir pertanian, sehingga mendapat masukan dari kegiatan pertanian seperti sisa pupuk dan dari aktivitas keramba jaring apung, warna airnya hijau kekuningan (gambar 4).

Gambar 4. Stasiun 4 (Sawah dan Keramba)

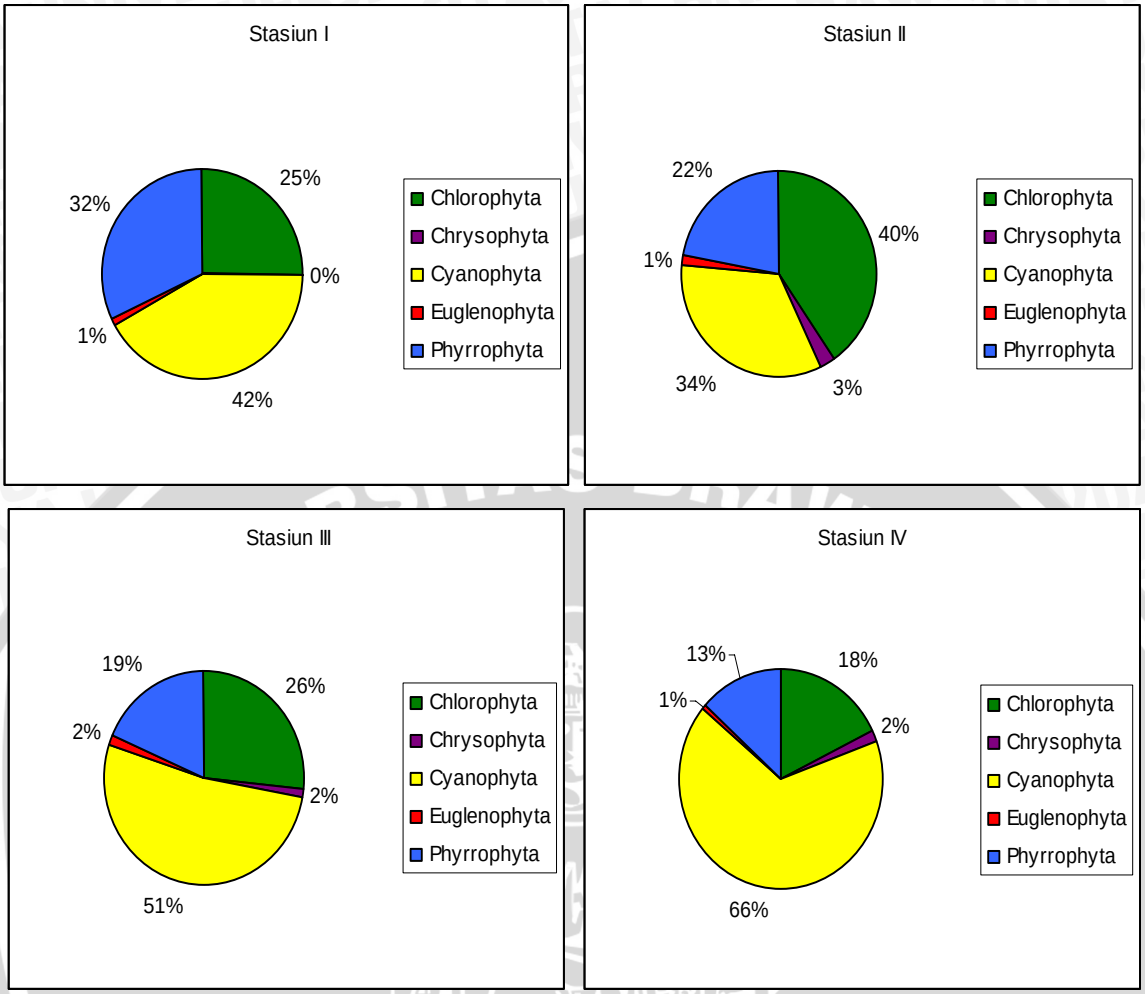
4.3 Analisis Fitoplankton

4.3.1 Kelimpahan Relatif Fitoplankton

Kelimpahan relatif fitoplankton yang ada di Waduk Karangkates pada tiap pengamatan sedikit berbeda antar stasiun hal tersebut mungkin dikarenakan keadaan lingkungan sekitar stasiun akibat adanya masukan bahan organik dan anorganik yang banyak memberikan pengaruh terhadap kelimpahan relatif fitoplankton dan organisme sekitar. Tabel dan diagram kelimpahan relatif fitoplankton di Waduk Karangkates di tiap stasiun selama penelitian, disajikan pada tabel 4 dan gambar 5, berikut ini :

Tabel 4. Kelimpahan Relatif Fitoplankton di Waduk Karangkates Selama Penelitian (%)

Phylum	Stasiun I			Stasiun II			Stasiun III			Stasiun IV		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Chlorophyta	16,01	33,33	31,80	29,20	45,75	44,00	50,34	19,20	14,93	12,88	25,00	17,35
Chrysophyta	0	0	0	4,42	0	4,00	0	2,00	2,24	2,27	4,16	1,03
Cyanophyta	33,15	56,25	41,76	34,51	37,25	28,00	39,31	49,60	69,40	56,06	45,83	74,38
Euglenophyta	1,40	0	1,53	0	3,27	0	2,07	2	0	0	0	1,03
Phyrrophyta	49,44	10,42	24,91	31,86	13,73	24,00	8,27	27,20	13,43	28,79	25,00	6,20
Total	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Gambar 5. Kelimpahan Relatif Fitoplankton di Setiap Stasiun Pengamatan

Gambar 5 tersebut, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kelimpahan relatif antara masing – masing phylum. Pada stasiun I yang merupakan daerah inlet yaitu sebagai aliran air masuk yang berasal dari waduk Lahor, kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi adalah Phylum *Cyanophyta* sedangkan kelimpahan relatif terendah adalah phylum *Chrysophyta*. Begitu juga dengan kelimpahan relatif tertinggi yang terdapat pada stasiun III dan IV yaitu daerah tengah waduk dan daerah Keramba Jaring Apung (KJA) yang dekat dengan pertanian kelimpahan tertinggi dari phylum *Cyanophyta*, hal ini diduga karena ketiga stasiun tersebut yaitu stasiun I, III dan IV memiliki kandungan

anorganik tinggi yang berasal dari limbah pertanian dan sisa pakan ikan yang menyebabkan nitrat dan fosfat diperairan tinggi sehingga mendukung pertumbuhan dari phylum *Cyanophyta*. Subarijanti (2000b), menyatakan bahwa kebutuhan fosfat oleh fitoplankton hanya dalam jumlah yang sedikit tergantung dari jenisnya dan apabila berlebihan, maka akan terjadi pertumbuhan fitoplankton yang belimpah terutama dari phylum *Cyanophyta* dengan kandungan fosfatnya lebih besar dari 0,1 ppm.

Kelimpahan relatif stasiun I untuk phylum *Chlorophyta* sebesar 25%, phylum *Euglenophyta* sebesar 1% dan phylum *Phyrrophyta* sebesar 32%. Pada stasiun III kelimpahan relatif fitoplankton untuk phylum *Chlorophyata* sebesar 26%, phylum *Chrysophyta* sebesar 2%, phylum *Euglenophyta* sebesar 2% dan phylum *Phyrrophyta* sebesar 19%. Sedangkan untuk stasiun IV kelimpahan relatif fitoplankton untuk phylum *Chlorophyta* sebesar 18%, phylum *Chrysophyta* 2%, phylum *Euglenophyta* sebesar 1% dan phylum *Phyrrophyta* sebesar 13%.

Pada stasiun II, yang merupakan outlet dari Waduk Karangkates mempunyai kelimpahan relatif tertinggi pada phylum *Chlorophyta* yaitu sebesar 40% dan terendah pada phylum *Euglenophyta* yaitu sebesar 1% sedangkan untuk phylum *Chrysophyta* sebesar 3%, phylum *Cyanophyta* sebesar 34% dan phylum *Phyrrophyta* sebesar 22%. Tingginya kelimpahan *Chlorophyta* diduga karena stasiun ini merupakan daerah pengeluaran air (outlet) waduk sehingga yang menyebabkan fitoplankton terbawa arus dan angin sehingga terkumpul di daerah tersebut. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Kusriani (1992), bahwa kelimpahan plankton disetiap lokasi dipengaruhi oleh arah angin.

Adanya perbedaan jenis pada kelimpahan relatif fitoplankton pada setiap stasiun pengamatan dipengaruhi oleh fitoplankton dan letak stasiun. Persentase antara phylum *Chlorophyta, Chrysophyta, Cyanophyta, Euglenophyta* dan *Phyrrophyta* di Waduk Karangkates pada tiap stasiunnya tidak berbeda jauh, hal ini menunjukkan bahwa phylum – phylum tersebut mempunyai penyebaran yang merata di Waduk Karangkates.

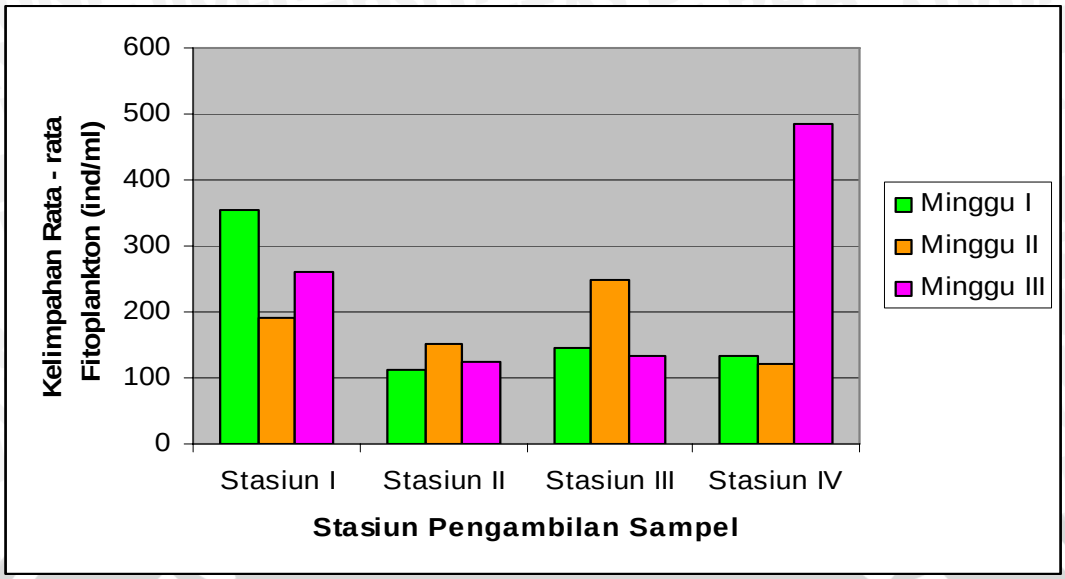
4.3.2 Kelimpahan Rata – rata Fitoplankton

Fitoplankton yang ditemukan selama penelitian pada empat stasiun di perairan Waduk Karangkates terdiri dari 5 phylum, yaitu : *Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Phyrrophyta* dan *Euglenophyta*. Tabel kelimpahan total fitoplankton di Waduk Karangkates disajikan dalam tabel 5, berikut ini :

Tabel 5. Kelimpahan Total Fitoplankton di Waduk Karangkates Selama Penelitian

Phylum	Stasiun I			Stasiun II			Stasiun III			Stasiun IV		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Chlorophyta	57	64	83	33	70	55	73	48	20	17	30	84
Chrysophyta	0	0	0	5	0	5	0	5	3	3	5	5
Cyanophyta	118	108	109	39	57	35	57	124	93	74	55	360
Euglenophyta	5	0	4	0	5	0	3	5	0	0	0	5
Phyrrophyta	176	20	65	36	21	30	12	68	18	38	30	30
Total	**356**	**192**	**261**	**113**	**153**	**125**	**145**	**250**	**134**	**132**	**120**	**484**

Kelimpahan adalah jumlah fitoplankton dalam tiap liter air di suatu perairan. Berdasarkan hasil perhitungan di empat stasiun pada tiga kali pengamatan diperoleh bahwa kelimpahan rata – rata fitoplankton di Waduk Karangkates berkisar antara 113 – 484 ind/ml. Grafik Kelimpahan rata – rata fitoplankton pada stasiun pengamatan di Waduk Karangkates dapat dilihat dalam gambar 6 berikut ini :



Gambar 6. Grafik Kelimpahan Rata-rata Fitoplankton Pada Stasiun Pengamatan

Grafik tersebut menunjukkan bahwa kelimpahan rata-rata tertinggi diperoleh pada stasiun IV yang merupakan daerah yang dekat dengan usaha budidaya Karamba Jaring Apung (KJA) dengan kelimpahan rata – rata beriksar antara 120 – 484 ind/ml (Data kelimpahan disajikan di lampiran 3). Hal ini diduga karena pengambilan sampel dilakukan pada pukul 08.00 – 10.00 diamana intensitas cahaya matahari belum optimal untuk fotosintesis dapat dilihat kecerahan yang relatif rendah yaitu berkisar antara 38 – 78 cm sehingga rata – rata semua jenis fitoplankton melakukan proses fotosintesis kemudian akan turun ke lapisan dibawahnya seiring dengan bertambahnya intensitas cahaya matahari karena masing – masing phyllum dari fitoplankton mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menerima intensitas cahaya matahari. Menurut Ryther (1956) *dalam* Parsons *et al*., (1981) yang menyatakan intensitas cahaya untuk alga hijau berkisar antara 500 – 750 ft-c, dinoflagellata berkisar antara 2500 – 3500 ft-c sedangkan diatom mempunyai kemampuan dalam menerima intensitas cahaya matahari dengan frekuensi daiantara alga hijau dan dinoflagellata.

Tingginya kelimpahan fitoplankton pada stasiun ini juga disebabkan melimpahnya nutrient terutama nitrat dan fosfat yang berasal dari sisa pakan dan sisa pupuk sintesis serta pestisida dari pertanian yang mengalir masuk ke dalam perairan. Hal tersebut juga didukung oleh pendapat Subarijanti (2000b) bahwa penumpukkan bahan organik yang berlebihan dalam air akan berbahaya bagi semua organisme misalnya limbah rumah tangga, sisa pakan buatan atau tambahan dan organisme yang mati akibat blooming fitoplankton.

Kelimpahan rata – rata fitoplankton terendah terdapat di stasiun II, karena stasiun ini merupakan daerah keluaran air (outlet) dimana memiliki arus yang sangat deras pada waktu pengambilan sampel. Adanya perbedaan kelimpahan fitoplankton di setiap tempat, maka Landner (1976) membagi perairan berdsarkan kelimpahan fitoplankton yaitu:

- Perairan Oligothrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburannya rendah dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 0 – 2000 ind/ml
- Perairan Mesothrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburannya sedang dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2000 – 15.000 ind/ml
- Perairan Euthrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburannya tinggi dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara > 15.000 ind/ml

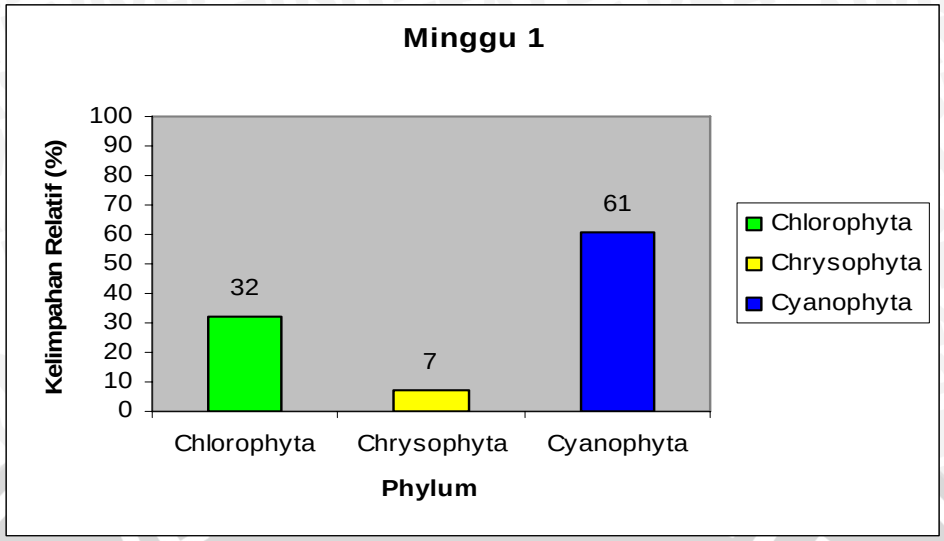
Berdasarkan pengklasifikasian tersebut maka perairan Waduk Karangkates yang mempunyai kelimpahan rata – rata berkisar antara 113 – 484 ind/ml merupakan perairan yang oligothrofik yaitu perairan yang mempunyai tingkat kesuburan yang rendah.

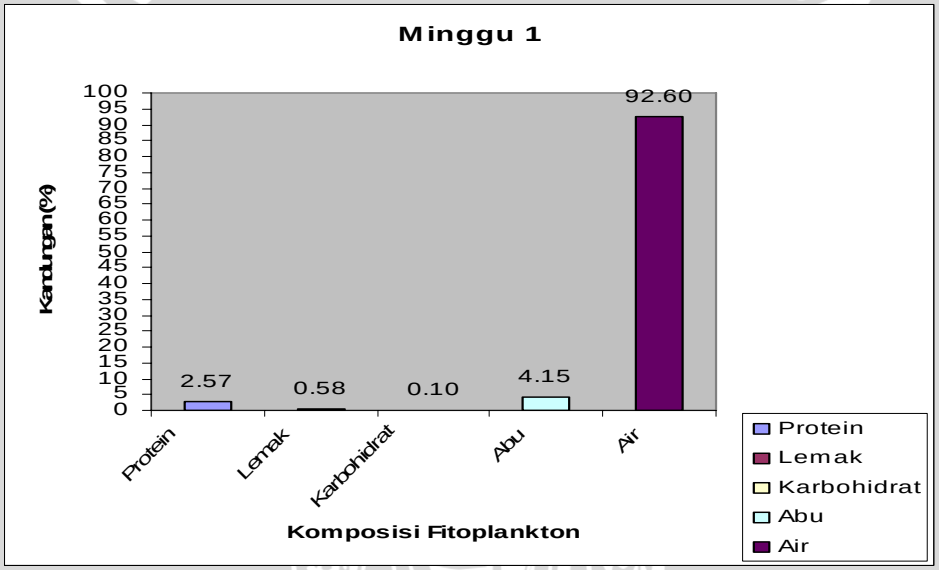
4.4 Analisis Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton

Hasil analisa kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton hasil kultur menunjukkan bahwa semakin tinggi kelimpahan relatif phylum *Cyanophyta* maka persentase kandungan protein semakin tinggi. Semakin tinggi kelimpahan *Chlorophyta* maka semakin tinggi kandungan lemak dan semakin tinggi kelimpahan relatif phylum *Crysophyta* maka semakin rendah persentase kandungan karbohidratnya. Data hasil analisa kelimpahan jenis fitoplankton yang ditemukan di Waduk Karangkates setelah dikultur selama 7 hari, disajikan dalam tabel pada lampiran 7 dan analisa kandungan karbohidarat, lemak dan protein disajikan pada tabel 6 dibawah ini :

4.4.1 Stasiun I

Berdasarkan analisis kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton setelah dikultur selama 7 hari menunjukkan sampel plankton dari stasiun I pada minggu pertama, kelimpahan relatif fitoplanktonnya tertinggi dari phylum *Cyanophyta* sebesar 61% dengan genus yang mendominasi adalah *Anabaena* dengan kandungan karbohidrat 0,10%, lemak 0,58% dan protein 2,57%. Minggu kedua kelimpahan relatif tertinggi dari phylum *Chlorophyta* sebesar 48% dengan genus yang mendominasi adalah *Chlorella* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,66%, lemak 0,61% dan protein 2,53%. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari phylum *Cyanophyta* sebesar 46% dengan genus yang mendominasi adalah *Anabaena* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,18%, lemak 0,28%, protein 1,83%, abu 4,15% dan air 92,60% (lampiran 8). Grafik persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton di stasiun I sebagai berikut :

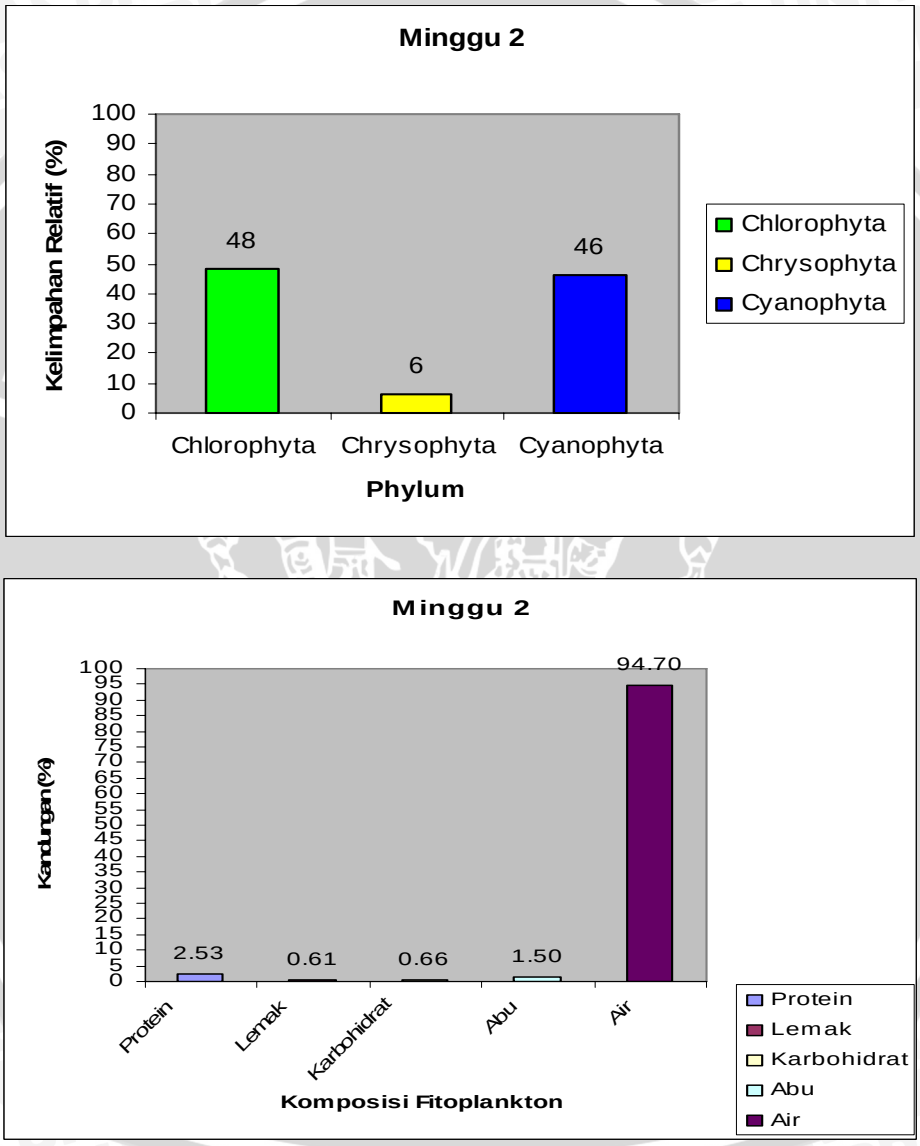




Gambar 7. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 1.

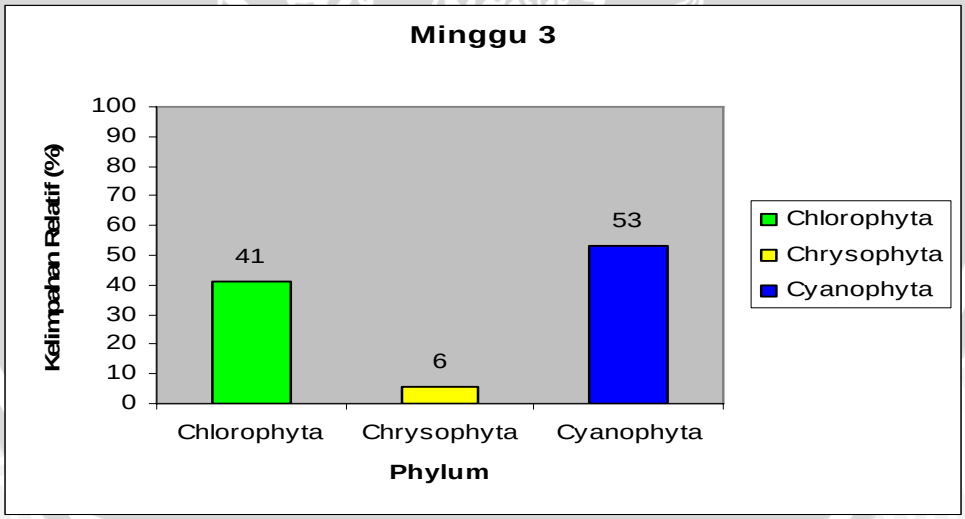
Persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein dari sampel plankton minggu pertama tertinggi dari kandungan proteinnya, hal tersebut diduga karena kelimpahan relatif fitoplankton yang mendominasi hasil kultur adalah dari genus *Anabaena* dan *Chlorella*. Becker (1994) *dalam* Thomas (2007), mengemukakan bahwa kandungan karbohidrat, lemak dan protein dari *Anabaena* berkisar antara 25 – 30%, 4 – 7%, dan 43 – 56% dari berat kering. Selain hal tersebut phylum fitoplankton hasil kultur tersebut

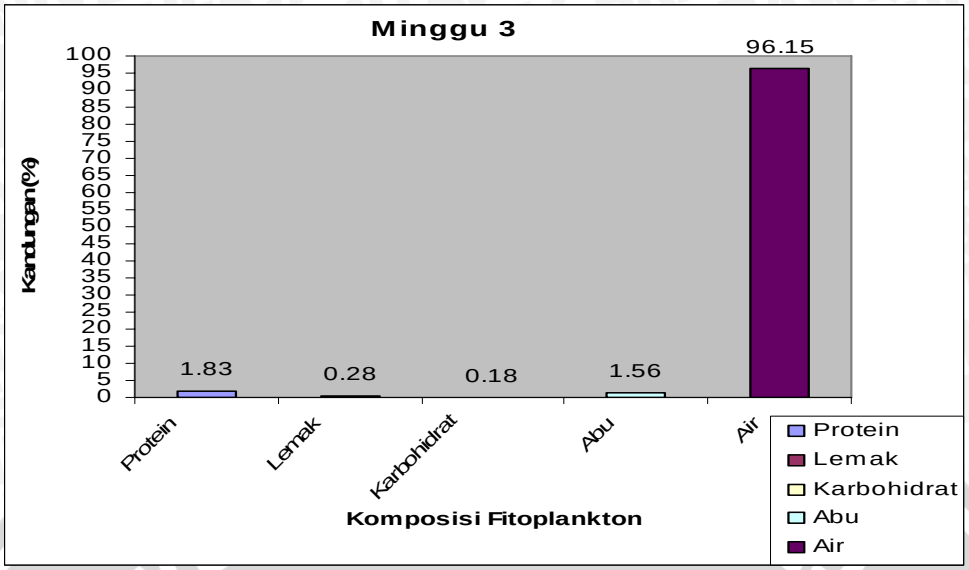
memiliki komposisi karbohidrat, lemak dan protein meskipun persentase kandungan yang dihasilkan berbeda – beda. Uju dan Wahyuni (2007), juga menambahkan bahwa semua jenis alga memiliki komposisi kimia sel yang terdiri dari karbohidrat, lemak dan protein.



Gambar 8. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 2.

Gambar 8 tersebut menunjukkan bahwa pada sampel plankton minggu kedua persentase kandungan protein lebih tinggi sebesar 2,52% dibandingkan persentase kandungan lemak 0,61% dan karbohidrat 0,66%, hal tersebut diduga karena persentase kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi dari phylum *Chlorella*. Becker (1994) *dalam* Thomas (2007), menjelaskan bahwa kandungan protein pada genus *Chlorella* sebesar 57%, kandungan karbohidrat sebesar 26% dan lemak sebesar 2% dari berat kering. Oleh karena persentase kelimpahan relatif genus *Chlorella* yang didapatkan sedikit maka persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein juga sedikit. Yonny (2008), juga mengemukakan bahwa *Chlorella* yang memiliki kandungan lemak dan karbohidrat masing – masing adalah 14 – 22% dan 17% dapat digunakan sebagai senyawa bioaktif mikroalga yang ideal untuk bahan baku *biofuel*. Sedangkan kandungan yang lain terdiri dari abu sebesar 1,5% dan air 94,7%.





Gambar 9. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 3.

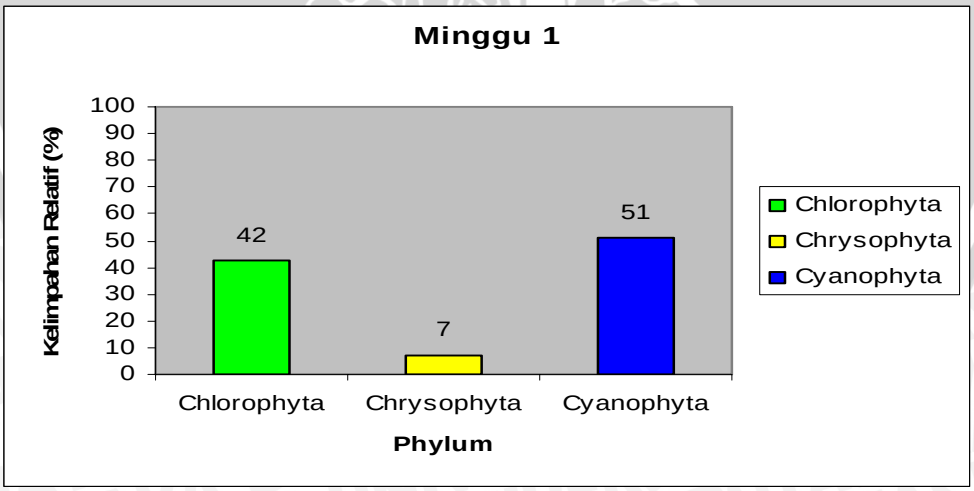
Gambar 9, menununjukkan persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton yang dihasilkan dari kultur alga pada sampel plankton minggu ketiga tertinggi pada protein sebesar 1,83% dan terendah pada karbohidrat sebesar 0,18% sedangkan kandungan lemaknya 0,28%, abu 1,56% dan air 96,15%. Hal tersebut diduga karena fitoplankton yang mendominasi hasil kultur sebagian besar dari phylum *Cyanophyta* sebesar 53% dengan genus yang mendominasi adalah genus *Anabaena*. Phylum *Cyanophyta* mempunyai hasil peresediaan (*store product*) yang agak lengkap seperti karbohidrat dalam bentuk glycogeen dan starch (tepung) serta protein (Sachlan, 1972).

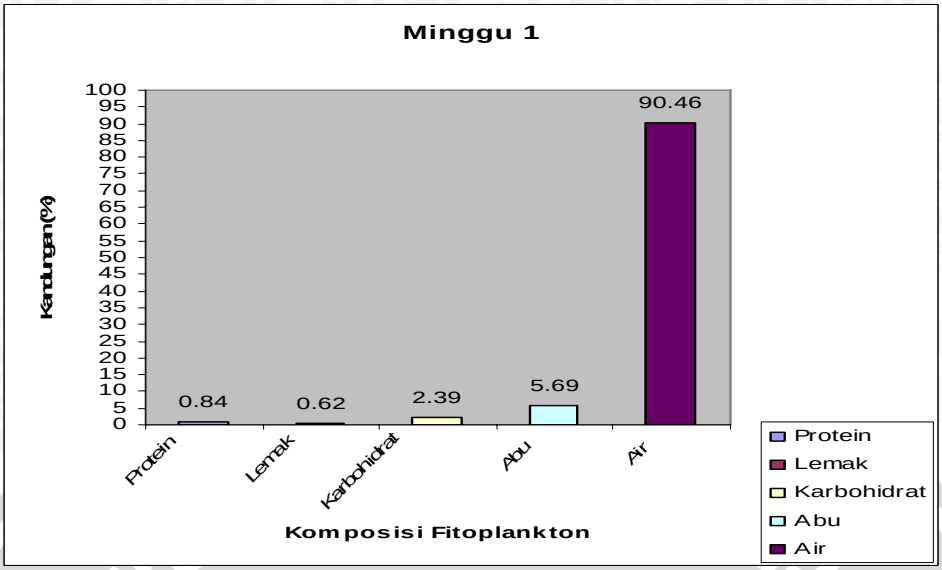
Hampir seluruh hasil kultur fitoplankton pada sampel plankton minggu pertama, kedua dan ketiga di stasiun I menunjukkan hasil bahwa genus *Anabaena* dan genus *Chlorella* yang paling mendominasi, hal ini diduga karena dari sampel kultur plankton minggu pertama, kedua dan ketiga tersebut semuanya memiliki kandungan protein tertinggi bila dibandingkan dengan lemak dan karbohidrat. Becker (1994) *dalam*

Thomas (2007), menjelaskan bahwa genus *Anabaena* mempunyai kandungan protein sebesar 43 – 56% dan genus *Chlorella* sebesar 51 – 58% dalam zat kering.

4.4.2 Stasiun II

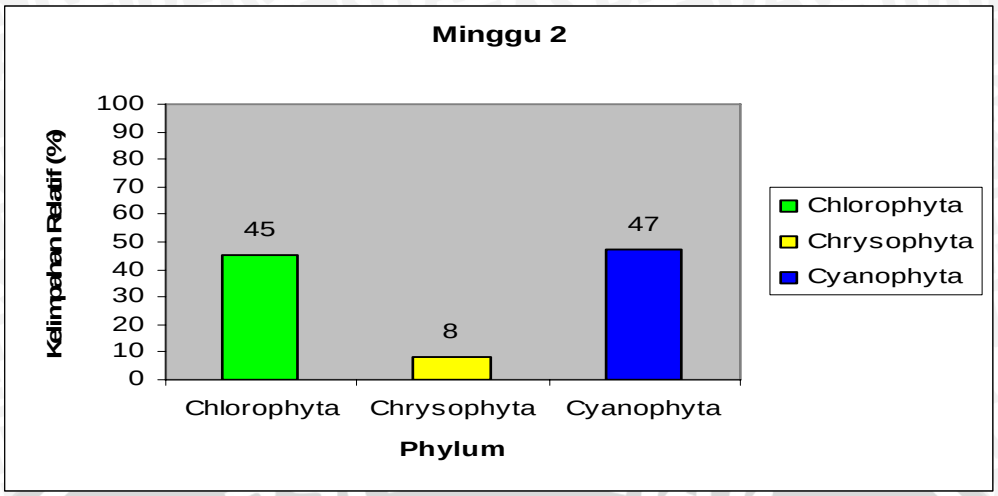
Hasil analisa kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton setelah dikultur selama 7 hari (lampiran 8) memperlihatkan sampel plankton stasiun II pada minggu pertama, kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi dari phylum *Cyanophyta* sebesar 51% dengan genus yang mendominasi adalah *Microcystis* memiliki kandungan karbohidrat sebesar 2,39%, protein 0,84%, lemak 0,62%, abu 5,69% dan air 90,46%. Minggu kedua kelimpahan relatif paling tinggi dari phylum *Cyanophyta* sebesar 47% dengan genus yang mendominasi adalah *Anabaena* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,24%, lemak 0,8%, protein 2,67%, abu 3,07% dan air 93,22%. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari phylum *Chlorophyta* sebesar 53% dengan genus yang mendominasi adalah *Chlorella* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,30%, lemak 1,24%, protein 2,32%, abu 0,79% dan air 95,35%.

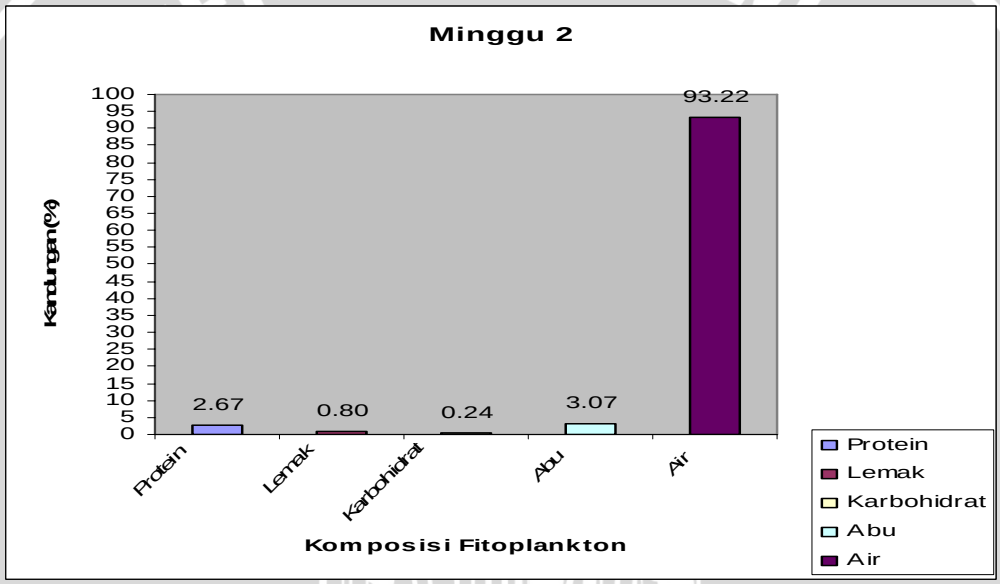




Gambar 10. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 1

Gambar 10, menunjukkan bahwa persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton hasil kultur pada sampel plankton minggu pertama menunjukkan angka yang relatif lebih tinggi terutama pada kandungan karbohidrat dibandingkan dengan minggu II dan III. Pada sampel plankton minggu pertama kandungan tertinggi fitoplankton adalah karbohidrat 2,39% sedangkan kandungan terendah terdapat pada lemak sebesar 0,62% dan kandungan protein sebesar 0,84%. Hal tersebut diduga karena jenis fitoplankton yang mendominasi hasil kultur mempunyai kelimpahan paling tinggi berasal dari genus *Microcystis*, diamana genus tersebut masuk dalam phylum *Cyanophyta*. Sachlan (1972), menjelaskan bahwa phylum *Cyanophyta* memiliki kemampuan untuk mengikat unsur N_2 dari udara sebagai unsur utama pembentuk karbohidrat dan protein. Banyak spesies dari blue green algae yang mempunyai struktur gas vacuola yang berfungsi sebagai daya apung dan penyimpanan produk (Herawati, 1989).

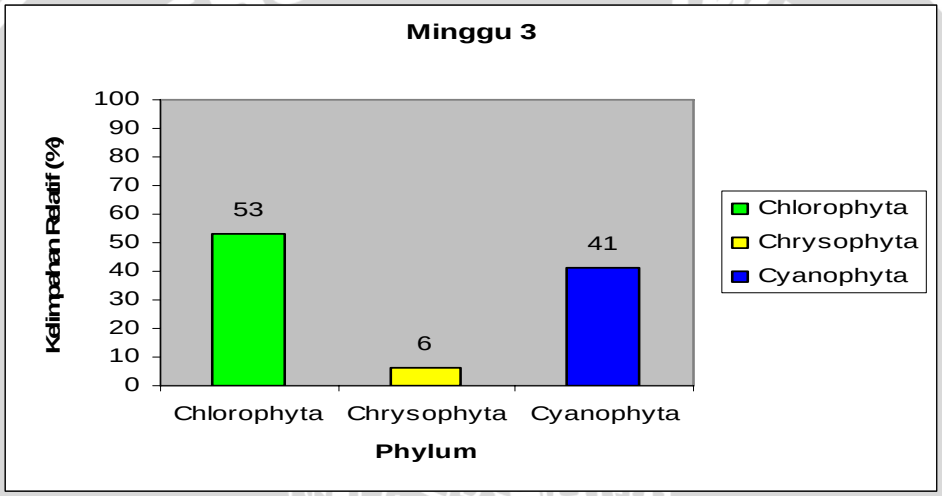


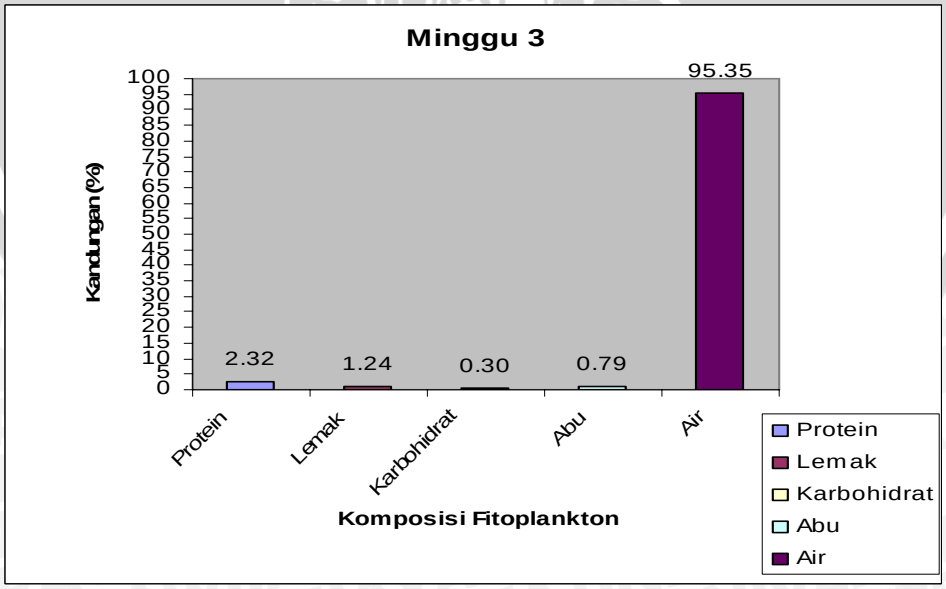


Gambar 11. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 2.

Gambar 11, menunjukkan pada sampel plankton minggu kedua persentase kandungan protein adalah tertinggi dibanding persentase kandungan protein dan lemak yaitu sebesar 2,67% sedangkan yang terendah adalah kandungan karbohidrat sebesar 0,24% dan lemak sebesar 0,8%. Hal tersebut diduga karena kelimpahan relatif fitoplankton yang mendominasi adalah genus *Cyanophyta* dari phylum *Anabaena*.

Persentase kandungan karbohidrat hampir di semua stasiun dengan sampel plankton tiap minggunya setelah dikultur selama 7 hari menunjukkan hasil yang relatif lebih rendah, hal tersebut diduga karena persentase kelimpahan relatif fitoplankton yang mempunyai cadangan makanan dalam bentuk karbohidrat juga rendah. Dimana phylum yang ditemukan dari hasil sampel kultur plankton mempunyai cadangan makanan dalam bentuk karbohidrat adalah phylum *Chrysophyta*. Sachlan (1972), mengemukakan bahwa cadangan makanan untuk filum *Chrysophyta* terdiri dari karbohidrat dan lemak.





Gambar 12. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 3

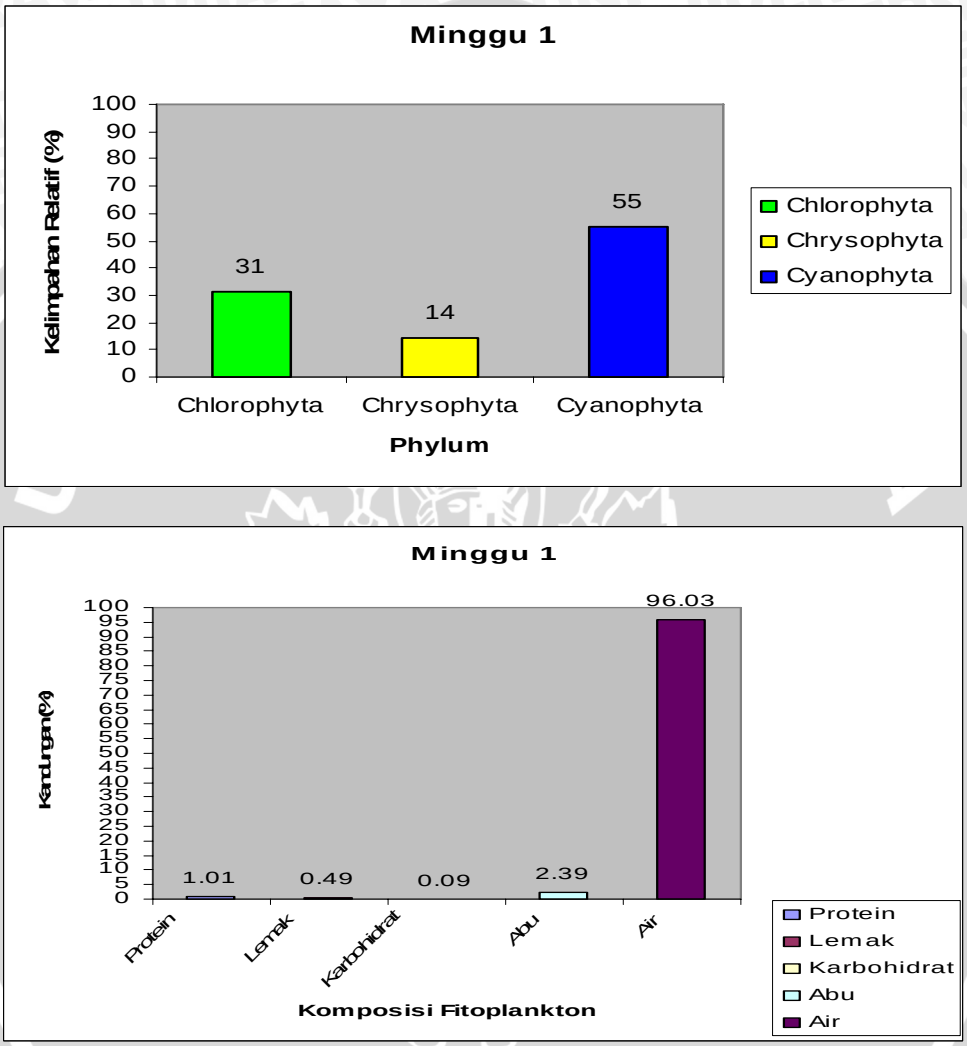
Gambar 12, menunjukkan pada sampel plankton minggu ketiga persentase kandungan tertinggi terdapat pada protein sebesar 2,32% dan terendah adalah karbohidrat sebesar 0,3% sedangkan persentase kandungan lemaknya sebesar 1,24%. Tingginya persentase kandungan protein pada fitoplankton diduga dipengaruhi oleh genus fitplankton yang mendominasi hasil kultur plankton yang berasal dari Waduk Karangkates, dimana fitoplankton yang mendominasi adalah dari genus *Chlorella*. Yonny (2008), mengemukakan bahwa kultur jenis alga *Chlorella* mampu tumbuh cepat dan dapat dipanen dalam waktu singkat yakni 7 – 10 hari.

Perbedaaan persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton hasil kultur sampel air Waduk Karangkates tiap minggunya diduga karena adanya perbedaan genus fitoplankton yang mendominasi hasil kultur tersebut. Okauchi (1991) *dalam* Chilmawati (2008), menyatakan adanya perbedaan jenis mikroalga yang dikultur dibawah kondisi lingkungan kultur yang sama akan menghasilkan perbedaan kandungan lemak.

4.4.3 Stasiun III

Pada stasiun III, berdasarkan hasil kultur sampel plankton yang mengandung fitoplankton selama 7 hari dengan pengambilan sampel tiap minggu selama 3 kali maka pada sampel plankton minggu pertama kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi dari *Cyanophyta* sebesar 55% dengan genus yang paling mendominasi adalah *Anabaena* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,09%, lemak 0,49%, protein 1,01%, abu 2,39% dan air 96,03%. Pada sampel plankton minggu kedua kelimpahan relatif paling tinggi dari phylum *Chlorophyta* sebesar 49% dengan genus yang mendominasi adalah *Chlorella* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,31%, lemak 0,39%, protein 2,14%, abu 0,91% dan air 96,25%. Untuk sampel plankton minggu ketiga kelimpahan

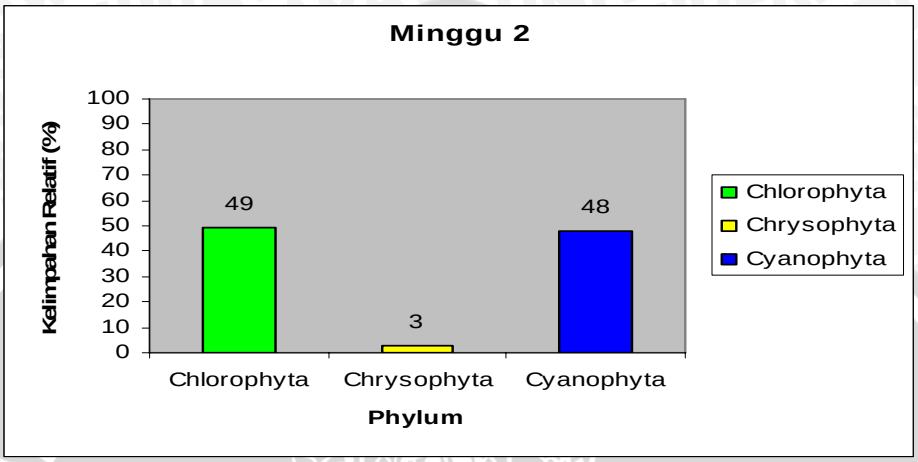
relatif tertinggi dari phylum *Chlorophyta* sebesar 65% dengan genus *Chlorella* yang mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,32%, lemak 0,37%, protein 3,32%, abu 1,47% dan air 94,52%.

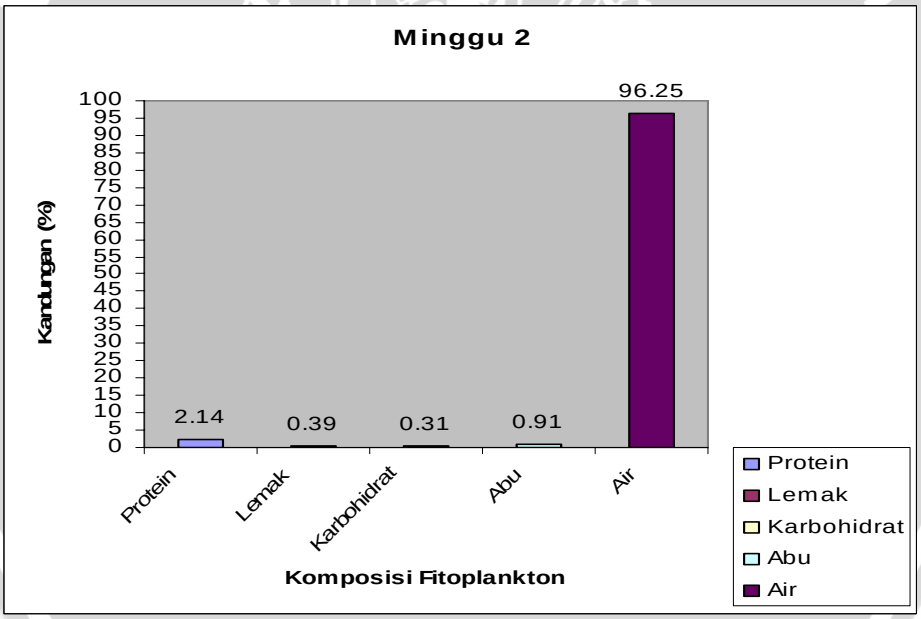


Gambar 13. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 1

Gambar 13, tersebut menunjukkan persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein pada sampel plankton minggu pertama yang mengandung fitoplankton dari hasil kultur. Persentase tertinggi terdapat pada protein 1,01% dengan kandungan terendah terdapat pada karbohidrat sebesar 0,09% , sedangkan untuk lemak sebesar 0,49%. Tingginya persentase kandungan protein dan rendahnya persentase kandungan

karbohidrat fitoplankton pada sampel plankton minggu pertama ini diduga karena genus yang mendominasi hasil kultur. Genus yang mendominasi hasil kultur di stasiun III pada minggu pertama ini adalah dari genus *Anabaena* dari filum *Cyanophyta*.

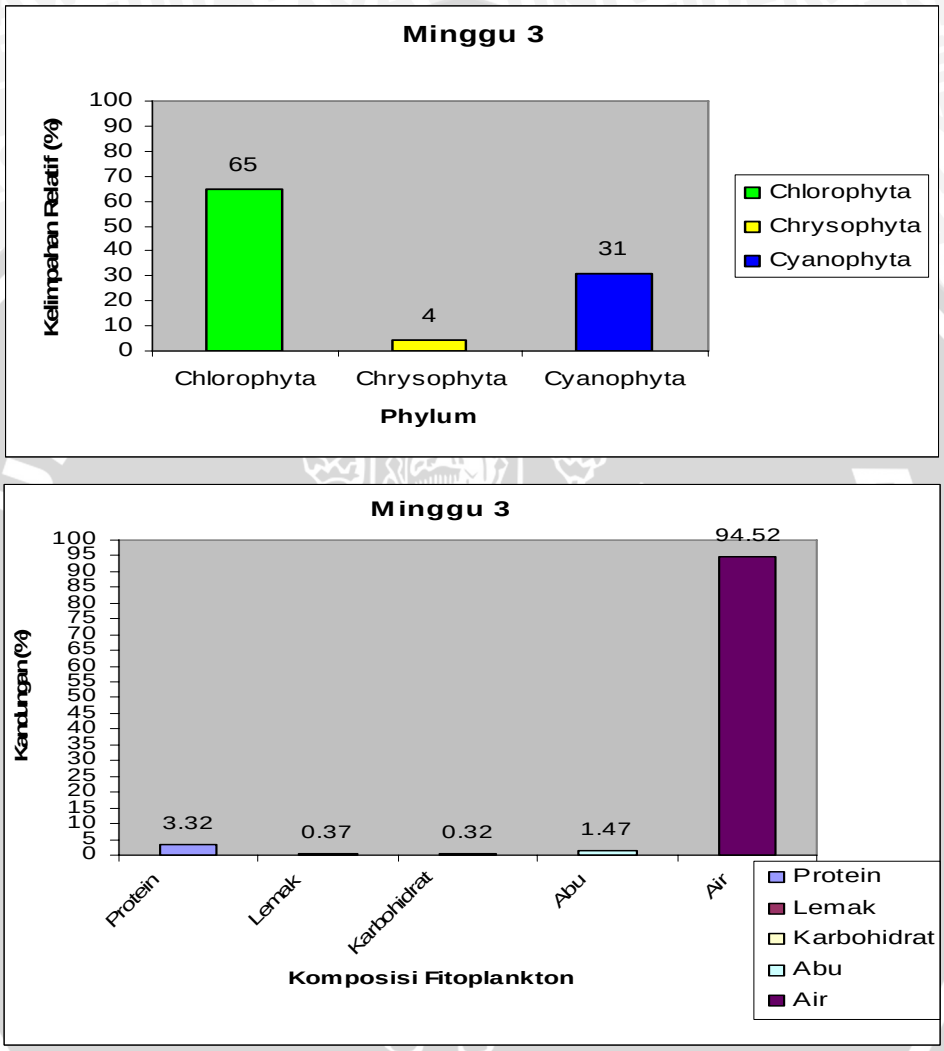




Gambar 14. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 2

Gambar 14, menunjukkan persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein pada sampel plankton minggu kedua di stasiun III tertinggi adalah protein sebesar 2,14% dan terendah karbohidrat sebesar 0,31% sedangkan persentase kandungan lemaknya sebesar 0,39%. Persentase kandungan protein pada sampel plankton minggu kedua ini

tinggi diduga karena genus fitoplankton yang mendominasi hasil kultur dari perairan Waduk Karangkates. Fitoplankton yang mendominasi adalah dari genus *Chlorella* dari phylum *Chlorophyta* dan *Anabaena* dari genus *Cyanophyta*.



Gambar 15. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 3

Gambar 15, menunjukkan pada sampel plankton minggu ketiga persentase kandungan tertinggi dari fitoplankton adalah protein sebesar 3,32% dan terendah adalah karbohidrat sebesar 0,32% sedangkan lemaknya sebesar 0,37%. Tingginya persentase kandungan protein fitoplankton pada sampel plankton minggu ketiga ini diduga juga

karena fitoplankton yang mendominasi hasil kultur, dimana fitoplankton yang mendominasi hasil kultur tersebut adalah *Chlorella* dari phylum *Chlorophyta*.

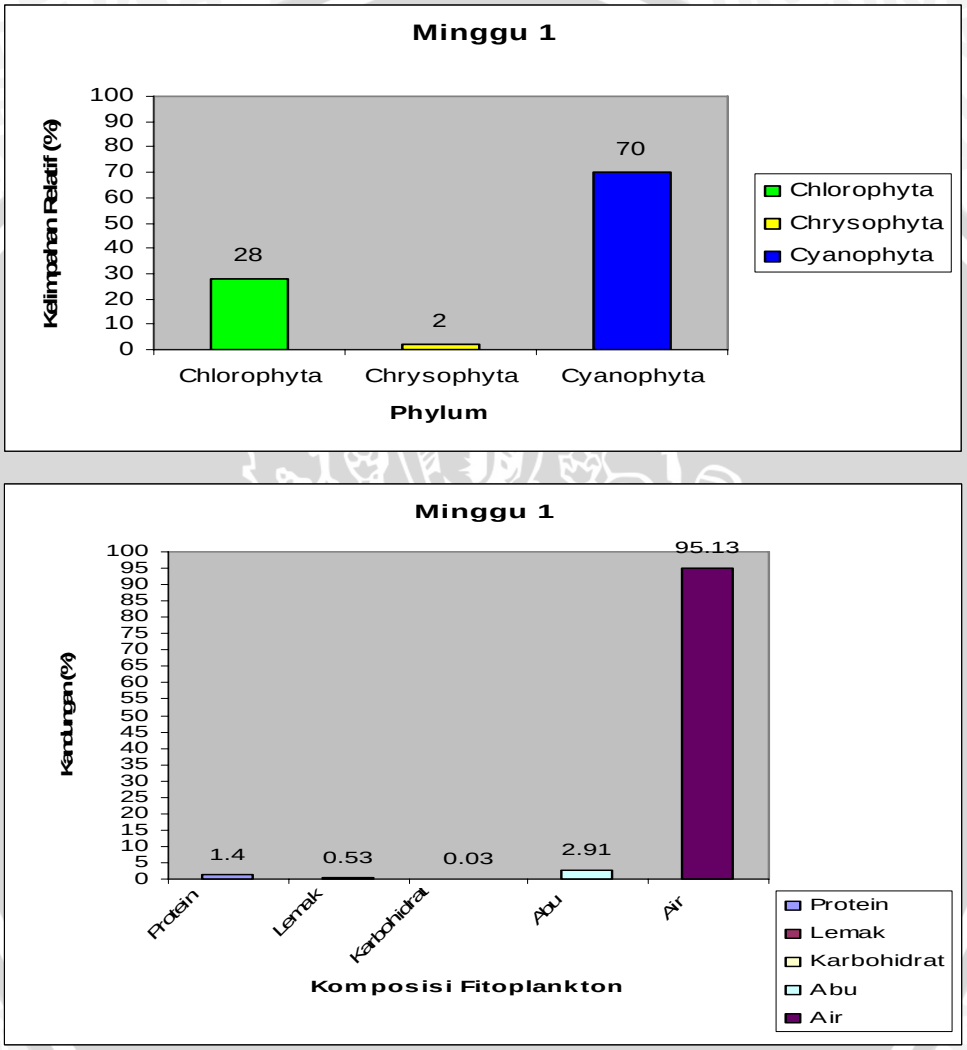
Persentase kandungan protein yang lebih tinggi bila dibanding dengan lemak dan karbohidrat dari hasil kultur fitoplankton pada sampel plankton minggu pertama, kedua dan ketiga diduga karena tingginya kelimpahan relatif fitoplankton dari genus *Chlorella* hasil kultur tersebut, mengingat fitoplankton genus *Chlorella* mampu menghasilkan karbohidrat, lemak dan protein. Putra (2006), menyatakan bahwa bila ke dalam air kultur dimasukkan zat organik sederhana, cukup CO_2 dan cahaya maka *Chlorella* ini akan berfotosintesis dan selanjutnya menghasilkan karbohidrat, lemak dan protein.

Perbedaan persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton di stasiun III pada minggu pertama, kedua dan ketiga setelah dikultur selama 7 hari dengan kondisi kultur yang sama diduga karena genus fitoplankton yang mendominasi hasil kultur tiap minggu juga berbeda. Chen (1991) *dalam* Chilmawati (2008), menjelaskan bahwa beberapa spesies mikroalga yang dikultur pada kondisi yang sama menghasikan komposisi karbohidrat, lemak dan protein yang berbeda.

4.4.4 Stasiun IV

Pada stasiun IV, berdasarkan hasil kultur sampel plankton yang mengandung fitoplankton selama 7 hari dengan pengamabilan sampel air tiap minggu selama 3 kali maka pada minggu pertama kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi dari phylum *Cyanophyta* 70% dengan genus *Anabaena dan Spirulina* yang paling mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,03%, lemak 0,53%, protein 1,4%, abu 2,91% dan air 95,13%. Minggu kedua kelimpahan relatif paling tinggi dari phylum *Cyanophyta* sebesar 48% dengan genus *Anabaena* yang paling mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,28%, lemak 0,32%, protein 1,87%, abu

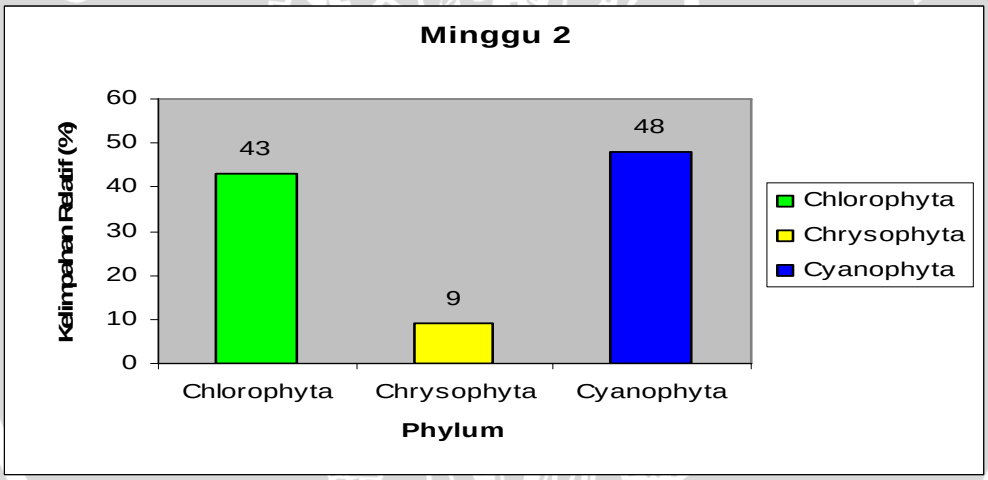
3,04% dan air 94,49%. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari phylum *Cyanophyta* sebesar 45% dengan genus *Anabaena* yang paling mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 0,11%, lemak 0,29%, protein 2,72%, abu 1,41% dan air 95,41%.

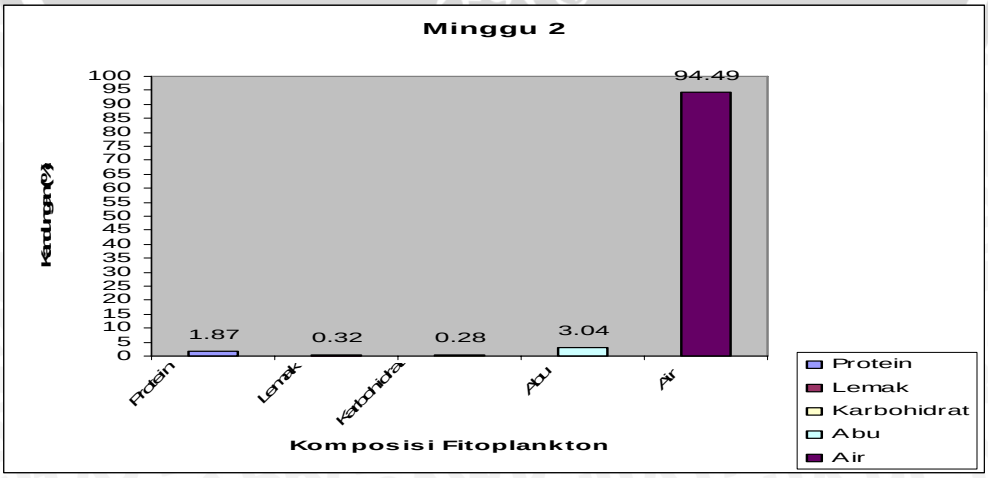


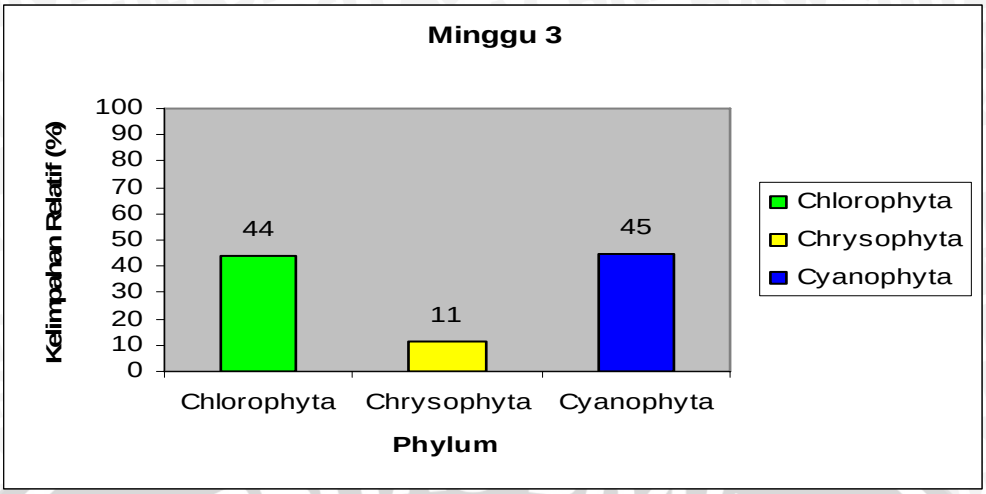
Gambar 16. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun IV Minggu 1

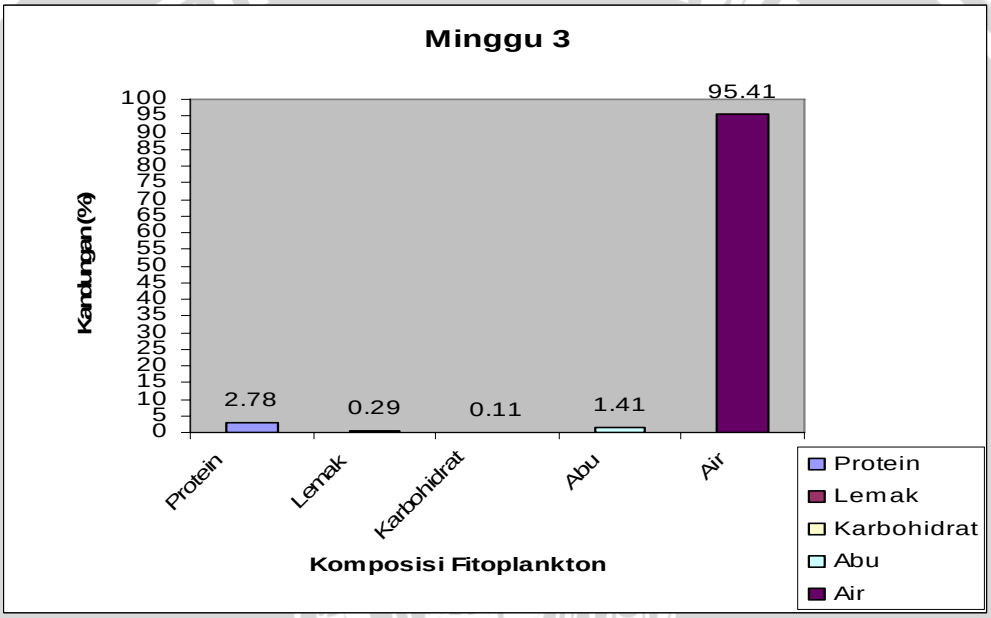
Gambar 16, tersebut menunjukkan tingginya persentase kandungan protein pada sampel plankton minggu pertama sebesar 1,4% dan kandungan terendah pada karbohidrat yaitu 0,03% sedangkan persentase kandungan lemaknya sebesar 0,53%. Persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton pada sampel air

minggu pertama diduga karena fitoplankton yang mendominasi hasil kultur fitoplankton tersebut. Fitoplankton yang mendominasi hasil kultur adalah dari genus *Anabaena* dan *Spirulina* dari phylum *Cyanophyta*. Becker (1994) *dalam* Thomas (2007), menyebutkan bahwa *spirulina* memiliki kandungan karbohidrat, lemak dan protein berkisar antara 13 – 16%, 6 – 7%, 60 – 71% dari berat kering. Phylum *Cyanophyta* mempunyai peranan besar dalam menyumbang kadar protein lebih besar dengan kemampuannya mengikat unsur N. Unsur N merupakan salah satu unsur utama dalam pembentukan protein, hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Wirawan (1995), nitrogen adalah nutrien yang sangat penting, hal ini karena nitrogen merupakan elemen yang diperlukan dalam struktur protein.









Gambar 17. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun IV Minggu 2 dan Minggu 3

Gambar 17, menunjukkan pada sampel plankton minggu kedua persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein dimana kandungan tertinggi adalah protein begitu juga dengan sampel plankton minggu ketiga. Kandungan protein untuk sampel plankton minggu kedua sebesar 1,87% dan minggu ketiga sebesar 2,78%. Persentase kandungan terendahnya adalah karbohidrat untuk minggu kedua 0,28% dan minggu ketiga sebesar 0,11%. Sedangkan persentase kandungan lemak pada minggu kedua

sebesar 0,32% dan minggu ketiga sebesar 0,29%. Selain phylum *Cyanophyta* yang mendominasi hasil kultur sehingga menyebabkan kandungan protein tinggi diduga persentase kelimpahan relatif untuk phylum *Chlorophyta* juga ikut berperan.

Tinggi dan rendahnya persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein pada stasiun IV minggu kedua dan ketiga ini diduga karena fitoplankton yang mendominasi hasil kultur sebelum dianalisa kandunganya. Fitoplankton yang mendominasi hasil kultur pada minggu kedua dan ketiga distasiun IV ini hampir sama yaitu dominan genus *Anabaena* serta beberapa genus dalam phylum *Cyanophyta* meskipun jumlahnya tidak terlalu banyak tetapi genus – genus tersebut juga memberikan tambahan untuk tingginya kandungan karbohidrat, lemak dan protein. Rahardjo (2008), menyatakan bahwa semua jenis alga memiliki komposisi kimia sel yang terdiri dari protein, karbohidrat, lemak (*fatty acids*) dan nucleic acids. Persentase keempat komponen tersebut bervariasi tergantung jenis alga.

Tingginya kelimpahan relatif genus *Anabaena* dari phylum *Cyanophyta* dari hasil kultur fitoplankton pada sampel plankton minggu pertama, kedua dan ketiga selama 7 hari diduga karena kemampuan bertahan hidup fitoplankton dari phylum *Cyanophyta* sangat besar dimana kebanyakan phylum ini lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang panas dan kering. Sachlan (1972), mengemukakan bahwa spora – spora *Cyanophyta* terkenal tahan panas atau kering dan bisa hidup dalam stadium ini sangat lama dan menurut penelitian bisa sampai 50 tahun lamanya selain hal tersebut phylum *Cyanophyta* juga mampu mengikat unsur N dari udara sehingga pada kondisi N rendah di perairan fitoplankton jenis ini akan tetap bisa hidup dengan baik.

4.5 Analisa Kualitas Air

Air merupakan sumberdaya alam yang diperlukan sebagai hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua mahluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta mahluk hidup yang lain. Masalah utama yang dihadapi oleh sumber daya air meliputi kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus menerus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin menurun. Kegiatan industri, domestik dan kegiatan lain berdampak negatif terhadap sumber daya air, antara lain menyebabkan penurunan kualitas air. Data analisa kualitas air Waduk Karangkates selama penelitian disajikan dalam tabel 6, dibawah ini :

Tabel 6. Kualitas Air Waduk Karangkates Selama Penelitian

Stasiun	Minggu	Kualitas Air					
		Suhu (^{0}C)	Kecerahan (m)	Warna Air	pH	Nitrat (mg/l)	Fosfat (mg/l)
Stasiun I	1	29	0,42	Coklat keruh	9	0,24	0,85
	2	29	0,46	Coklat keruh	8	0,33	0,28
	3	28	0,44	Hijau	8	0,25	0,06
Stasiun II	1	30	0,33	Hijau	9	0,27	0,08
	2	30	0,26	Hijau	8	0,17	0,11
	3	29	0,33	Hijau	8	0,28	0,05
Stasiun III	1	28	0,38	Hijau	9	0,31	0,20
	2	29	0,63	Hijau	9	0,32	0,09
	3	29	0,42	Hijau	8	0,11	0,08
Stasiun IV	1	29	0,53	Hijau	9	0,35	0,53
	2	29	0,38	Hijau	9	0,33	0,16
	3	29	0,78	Hijau	8	1,05	0,12

4.5.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Perubahan suhu sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air (Effendi, 2003). Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya, misalnya algae dari phylum *Chlorophyta* dan diatom akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut – turut 30^0 C – 35^0 C dan 20^0 C – 30^0 C. Filum *Cyanophyta* lebih dapat bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Chlorophyta* dan diatom (Haslam, 1995 *dalam* Effendi, 2003).

Berdasarkan tabel 6 kualitas air di atas, dapat dilihat bahwa suhu perairan pada tiap stasiun cenderung stabil di tiap pengamatan perminggunya dan variasi perbedaan suhu di tiap stasiun tidak berbeda jauh yaitu berkisar antara 28^0 C – 30^oC. Subarijanti (1990), menyatakan bahwa daerah tropis mempunyai variasi suhu udara atau air tahunan yang sangat kecil. Odum (1993), mengemukakan bahwa variasi suhu dalam air tidak sebesar di udara, hal ini merupakan faktor pembatas utama karena organisme akuatik sering kali mempunyai toleransi yang sempit (stenotermal).

Haslam (1995) *dalam* Effendi (2003), kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan fitoplankton adalah 20^0– 30^0 C. Suhu dengan kisaran 28^0 – 30^0 C pada perairan Waduk Karangkates berarti dapat mendukung bagi pertumbuhan organisme perairan.

b. Kecerahan

Wetzel (1975), menjelaskan bahwa kecerahan air adalah sebagai bentuk pencerminan daya tembus atau intensitas cahaya dalam suatu perairan. Selain itu kecerahan dapat juga dimasukkan sebagai banyaknya padatan yang ada dalam suatu perairan baik koloid tanah, bahan mati maupun organisme hidup.

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi semua kehidupan organisme di perairan. Radiasi matahari ini menentukan intensitas dan kualitas cahaya pada kedalaman tertentu dan akan mempengaruhi penguapan kondisi panas (Subarijanti, 2000). Data pengukuran kecerahan Waduk Karangkates pada tiap stasiun selama penelitian disajikan dalam tabel 6.

Hasil pengukuran kecerahan di empat stasiun di Waduk Karangkates di dapatkan hasil bahwa nilai kecerahan rata – rata berkisar antara 0,26 – 0,78 m dengan nilai kecerahan tertinggi terdapat pada stasiun IV yaitu 0,78 m pada pengamatan minggu ketiga, hal tersebut dikarenakan pada stasiun ini terletak diantara daerah persawahan dan keramba jaring apung yang mendapatkan masukan lebih sedikit dibandingkan dengan stasiun lain sehingga jumlah padatan tersuspensi yang menutupi intensitas matahari sangat sedikit. Nilai kecerahan terendah di dapatkan pada stasiun II pengamatan minggu kedua yaitu sebesar 0,26 m, hal ini diduga disebabkan stasiun ini merupakan daerah outlet sehingga terjadi penumpukan bahan organik yang dapat menghalangi masuknya sinar matahari.

Tingkat kecerahan yang tinggi di setiap stasiun selama pengamatan menyebabkan tingginya intensitas cahaya yang masuk sehingga diduga dapat mengoptimalkan proses fotosintesis. Richmond (2005), menyatakan bahwa intensitas cahaya yang tinggi cenderung mempertinggi produksi polisakarida dalam sel alga.

Kecerahan yang paling baik untuk kehidupan organisme perairan berkisar antara 1,0 – 2,0 m, hal ini sesuai dengan pernyataaan Leentvaar (1980) *dalam* Subarijanti (2000b) yang mengklasifikasikan trofik level berdasarkan tingkat kecerahannya yaitu :

- Oligotrofik : 10 – 40 m
- Mesotrofik : ± 10 m
- Eutrofik : 1,0 – 2,0 m

Berdasarkan kriteria di atas maka diketahui bahwa hasil pengukuran kecerahan di perairan Waduk Karangkates dapat dikatakan berada dalam tingkat kesuburan yang sangat tinggi.

c. Warna Air

Warna perairan biasannya dikelompokkan menjadi dua, yaitu warna sesungguhnya (*true color*) dan warna tampak (*apparent color*). Warna sesungguhnya adalah warna yang hanya disebabkan oleh bahan – bahan kimia terlarut. Sedangkan warna tampak adalah warna yang tidak hanya disebabkan oleh bahan terlarut, tetapi juga oleh bahan tersuspensi (Effendi, 2003). Hasil pengukuran visual warna air selama penelitian di Waduk Karangkates dapat disajikan dalam tabel kualitas air pada tabel 6.

Berdasarkan data hasil pengukuran warna air di Waduk Karangkates selama penelitian yang dilakukan secara visual, maka warna air pada tiap stasiun pengambilan sampel yang paling dominan adalah warna hijau dan coklat keruh. Warna air tersebut sangat tergantung pada plankton yang mendominasi. Menurut Subarijanti (2000b) warna air umumnya ditentukan oleh banyaknya seston antara lain warna hijau tua disebabkan oleh banyaknya alga biru, warna coklat keruh disebabkan oleh Zooplankton atau partikel tanah (liat) dan bahan organik.

4.5.2 Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman air ditentukan oleh konsentrasi ion H^+ yang dinyatakan dalam nilai 1 – 14. Derajat kesaman (pH) air dapat diukur dengan menggunakan kertas lakmus atau pH meter. Hasil pengukuran pH perairan Waduk Karangkates yang dilakukan selama penelitian disajikan dalam tabel 6.

Effendi (2003), mengemukakan bahwa alga akan memanfaatkan karbondioksida hingga batas pH yang tidak memungkinkan lagi bagi alga untuk tidak menggunakan karbondioksida (sekitar 10 – 11), karena pada pH ini karbondioksida bebas tidak dapat ditemukan. Jadi, dapat dikatakan bahwa pH secara tidak langsung dapat mempengaruhi karbondioksida yang digunakan dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat.

Berdasarkan nilai tabel pH di perairan waduk Karangkates berkisar antara 8 – 9, diantara keempat stasiun memiliki kisaran yang relatif hampir sama. Effendi (2003), menyatakan bahwa sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5. Nilai pH air sangat dipengaruhi oleh aktifitas fotosintesis oleh kehidupan tanaman dalam air serta kandungan mineral yang ada, nilai pH akan rendah bersamaan dengan rendahnya kandungan mineral yang ada dan sebaliknya (Zonnevel *et al*, 1991). Dengan demikian nilai pH pada kisaran antara 8 – 9 menunjukkan bahwa perairan Waduk Karangkates sangat mendukung untuk kehidupan biota perairan.

b. Nitrat

Nitrogen meskipun ditemukan dalam jumlah yang melimpah diatmosfer, akan tetapi nitrogen tidak dapat dimanfaatkan oleh mahluk hidup secara langsung (Dugan 1972 *dalam* Effendi, 2003). Nitrogen harus mengalami fiksasi terlebih dahulu menjadi NH_3, NH_4 dan NO_3. Meskipun demikian, bakteri *Azetobackter* dan *Clostridium* serta beberapa jenis alga hijau – biru (blue green algae) misalnya *Anabaena* dapat memanfaatkan gas N_2 secara langsung dari udara sebagai sumber nitrogen. Hasil pengukuran nitratn di perairan Waduk Karangkates yang dilakukan selama penelitian pada tiap stasiun disajikan dalam tabel 6.

Berdasarkan nilai tabel kandungan nitrat di perairan Waduk Karangkates berkisar antara 0,11 – 1,05 mg/l. Nilai tertinggi didapatkan pada stasiun IV yaitu sebesar 1,05 mg/l yang merupakan daerah Keramba Jaring Apung (KJA) dekat dengan pertanian, dimana daerah tersebut mempunyai kandungan bahan anorganik tinggi yang berasal dari sisa pakan dan pertanian yang masuk kedalam perairan tersebut, sedangkan kandungan nitrat terendah terletak pada stasiun III 0,11 mg/l yaitu daerah bagian tengah waduk, hal ini diduga karena kandungan bahan organik maupun anorganik yang berasal baik itu dari daerah sekitar maupun dari dalam perairan itu sendiri telah mengalami pengendapan didasar perairan dan membentuk sediment.

Melihat tingginya kandungan nitrat tersebut dapat membantu dalam pembentukan protein. Menurut Wirawan (1995), nitrogen adalah essensial untuk berbagai fungsi seperti fotosintesa, respirasi, sintesa protein, formasi gen dan pertumbuhan.

Berdasarkan hasil pengamatan maka perairan Waduk Karangkates dapat digolongkan dalam perairan oligotrofik berdasarkan kandungan nitratnya. Wetzel (1975) *dalam* Effendi (2003), menyatakan bahwa perairan oligotrofik mempunyai kadar nitrat antara 0 – 1 mg/l.

c. Orthofosfat

Unsur fosfor selain jumlahnya sedikit juga sering kali tidak seimbang dengan unsur nitrogen, sehingga unsur ini seringkali dikatakan sebagai faktor pembatas, terutama pembatas pertumbuhan fitoplankton. Sumber fosfor dalam perairan umum, berasal dari limbah rumah tangga dan sisa – sisa pupuk dari persawahan disekitarnya yang masuk melalui air (Subarijanti, 2005).

Data kualitas air pada tabel 6, memperlihatkan bahwa kandungan fosfat di perairan Waduk Karangkates berkisar antara 0,05 – 0,85 mg/l. Nilai tertinggi didapatkan pada stasiun I 0,85 mg/l yaitu daerah inlet dimana daerah tersebut merupakan tempat aliran air masuk yang dekat dengan daratan, sehingga dipengaruhi oleh kegiatan manusia misalnya pembuangan sampah ke perairan dan masukan limbah pertanian yang dapat meningkatkan kandungan fosfat dalam perairan Waduk Karangkates.

Nilai fosfat terendah terdapat pada stasiun II 0,05 mg/l yaitu merupakan daerah outlet, dimana daerah tersebut tidak terlalu mendapatkan pengaruh yang banyak dari perairan. Wirawan (1995), mengemukakan bahwa pada umumnya dalam perairan alami, kandungan fosfat terlarutnya tidak lebih dari 0,1 mg/l, kecuali pada perairan penerima limbah rumah tangga dan industri (industri tertentu) serta limpahan air dari daerah pertanian umumnya mengalami penumpukan fosfat.

Kandungan fosfat yang rendah pada perairan Waduk Karangkates diduga dapat membantu dalam pembentukan karbohidrat. Richmond (2005), menjelaskan bahwa penipisan fosfat dalam perairan menyebabkan kandungan karbohidrat meningkat dalam sel eukariotik dan prokariotik.

Berdasarkan kandungan fosfatnya maka perairan Waduk Karangkates dapat digolongkan dalam perairan eutrofik. Wetzel (1975) *dalam* Effendi (2003), menjelaskan bahwa perairan yang mempunyai kadar fosfat antara 0,051 – 0,1 mg/l digolongkan dalam perairan eutrofik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Jenis fitoplankton yang ditemukan pada perairan Waduk Karangkates selama penelitian terdiri dari 5 phylum yaitu *Chlorophyta, Chrysophyta, Cyanophyta, Euglenophyta dan Pyrrophyta*. Dominasi fitoplankton terdiri dari dua filum yaitu *Chlorophyta* dan *Cyanophyta*. Berdasarkan pengukuran kandungan karbohidrat, lemak dan protein pada fitoplankton maka diperoleh pada saat *Cyanophyta* mencapai 46 – 61 % dengan dominasi *Anabaena* terukur kadar karbohidrat 0,10 – 0,18 %, lemak 0,28 – 0,58 % dan protein 1,83 – 2,57 %. Sedangkan pada saat *Chlorophyta* mencapai dominan 48 – 65 % dengan dominasi *Chlorella* terukur karbohidrat sebanyak 0,32 – 0,66 %, lemak 0,37 – 0,61 % dan protein 3,32 – 2,53 %.

Kandungan karbohidrat tertinggi sebesar 2,39% pada daerah outlet minggu pertama dengan phylum yang mendominasi adalah *Cyanophyta*, sedangkan untuk kandungan lemak tertinggi diperoleh dari daerah outlet juga yaitu sebesar 0,8% minggu kedua dengan phylum yang mendominasi adalah *Cyanophyta* dan untuk kandungan protein tertinggi sebesar 3,32% diperoleh dari daerah tengah waduk minggu ketiga dengan phylum yang mendominasi adalah *Chlorophyta*. Analisa kualitas air selama penelitian yaitu suhu 28^0 C – 30^0 C; kecerahan 0,26 m – 0,78 m; warna air hijau dan coklat keruh; pH 8 – 9; nitrat 0,11 mg/l – 1,05 mg/l dan fosfat 0,05 mg/l – 0,85 mg/l.

5.2 Saran

Kandungan protein pada fitoplankton dari Waduk Karangkates relatif tinggi dari pada kandungan karbohidrat dan lemak, maka disarankan untuk memanfaatkan sumber protein tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Angka dan Suhartono, 2000**. About Spirullina**. http://www.multiply.com 28 Juni 2008 10.00 AM

Afrianto, E dan Liviawaty, E, 2005. **Pakan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta.

Arfiati, D, 1995. **Survei Kepadatan Fitoplankton Sebagai Produktivitas Primer di Perairan Rawa Bureng**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.

_____. 2001. **Limnologi Kimia Air**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

APHA, 1985. **Standart Method for Examination of Water and Wastewater**. Sixteens Edition. American Public. Washington

BIOTROP, 1980. **Studi Sistem Hidrologi dan Sedimentasi dalam Rangka Pengembangan Ekosistem DAS Kali Brantas; Laporan Teknis I Sedimentasi di Daerah Pengaliran Waduk Karangkates**. Bogor.

Bloom, J.H, 1998. **Chemical and Physical Water Quality Analisys**. Nuffic Unibraw/LUW/Fish. Malang.

Boyd, C.E, 1981. **Water Quality in Warmwater Fish Ponds**. 359 p.Alabama: Auburn University.

Buwono, I.D, 2000. **Kebutuhan Asam Amino Esensial dalam Ransum Ikan**. Kanisius. Yogyakarta.

Brown, 2007. **Nutritional Value and Use of Microalgae in Aquaculture**. www.Csiro.org

Chilmawati, 2008**. Diktat Kuliah Aquakultur**. www.blooger.com 21 Juni 2008, 10.00 AM

Cocarkin, C dan Agus Basyar , A.H, 2000. **Kultur Massal Fitoplankton dan Peranan dalam Pakan Alami Larva Udang dan Ikan Ikan Laut**. BPBAP Bangil. Pasuruan.

Davis, C.C, 1995. **The Marine and Fresh Water Plankton**. Michigan State University Press. Michigan.

Effendi, H, 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta.

Ekawati, A.W, 2005. **Diktat Kuliah Budidaya Makanan Alami**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.

Ewusie, I.Y, 1990. **Pengantar Ekologi Tropika**. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Goldman, Ch. R. and A.J. Horn, 1987. **Limnology**. Mc Graw Hill International Book Company. Tokyo.

Graham, L.E dan Lee, 2000. **Algae**. Upper Saddie United Stated. America

Hariati, M.A. 1989. **Makanan Ikan**. NUFFIC/UNIBRAW/LUW/FISH. Malang.

Hariyadi, S, Suryadiputra dan B. Widigdo, 1992. **Limnologi Penuntun Praktikum dan Metode Analisa Kualitas Air**. Fakultas Perikanan IPB. Bogor.

Herawati, E.Y, 1989. **Diktat Kuliah Pengantar Planktonologi (Phytoplankton)**. Nuffic/Unibraw/Luw/Fish. Malang.

Ikrawan, Y, 2007. **About Spirullina**. http://www.pikiranrakyat.com 27 Juli 2008. 11 AM

Irawan, D, 2007. **Mikroalga dan Manfaat Antioksidan**. http://www.waspada.co.id 27 Juli 2008. 11.30 AM

Isnansetyo, A dan Kurniastuty, 1995. **Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton**. Kanisius. Yogyakarta.

Jasa tirta, 2000. **Waduk Karangkates.** http://www.jasatirta1.go.id. Diakses tanggal 20 Juli 2007

Kusriani, 1992**. Zooplankton**. Nuffic. Unibraw/Luw/Fish. Malang

Maharisma, I. H., 2004. **Studi Pengukuran Kualitas air perum jasa tirta 1 kotamadya Malang.** Laporan Praktek Kerja Lapang. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan

Mahasiswa Sentra Energi, 2007. **Membuat Biodisel dari Tumbuhan Alga**. http://www. Kamase.org

Murtidjo, A.B, 2001. **Pedoman Meramu Pakan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta.

Nur, A dan Arifin, Z , 2004. **Nutrisi dan Formulasi Pakan Ikan**. Depatemen Kelautan dan Perikanan Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara. Jepara.

Odum, Eugene. P, 1971. **Fundamental of Ecology** 3td Edition W.B. Sounders Company London, New York. Toronto.

Parson, T.R., Masayuki T dan B. Hargrave. 1981. **Biological Oceanographic Processes (Second Edition)**. Pergamon Press. New York.

Polunin, N, 1990. **Pengantar Geografi Tumbuhan**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Putra, S.E, 2006. **Alga Laut Sebgai Biotarget Industri**. http://www.en.Wikipedia.org. 15 Maret 2008.06.34 PM

Rahardjo, 2008. **Mikroalga Sumber Energi Alternatif Masa Depan**. http://www.kr.co.id/web/detail.php 25 Agustus 2008. 08.00 PM

Richmond, A, 2005. **Handbook of Microalga Cultur** : Biotechnology and Applied Phycology. Blackwell Science. USA

Sachlan, 1972. **Planktonologi**. Dirjen Perikanan. Jakarta.

Samino, Setijono, C. Retnaningdyah. Dwi S., R.A Rosyidah, 2005. **Monitoring Dinamika Komunitas Fitoplankton dan Zooplankton di Waduk Sutami Malang**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.

Sasmito, B.B, 2006. **Metode Analisis Kimia Bahan Pangan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.

Subarijanti, U.H, 1990. **Diktat Kuliah Limnology**. LUW – UNIBRAW – FISH, Fish Project. Malang.

_____, 2000a. **Ekologi Perairan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.

_____, 2000b. **Pemupukan dan Kesuburan Perairan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya.Malang.

Subrata, A.Y, 2007. **Studi Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton di Waduk Karangkates Kabupaten Malang Jawa Timur.** Laporan PKL. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang (tidak diterbitkan)

Sudarmaji, S, 1996, **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.

Thomas, 2007. **Membuat Biodisel Dari Tumbuhan Alga**. http://www.oilgae.com/algae/sources 21 Juli 2008.10.00 AM

Uju dan Mita W, 2007. **Pengembangan Marine Biodisel Dari Mikroalga Sebagai Sumber Energi Alternatif Potensial Masa Depan**. http://www.hmk.brawijaya.ac.id 15 Juli 2008. 11.00 PM

Wetzel, R.G, 1975. **Limnology**. Saunders College Publishing. New York.

Wiadnyana, N.N, 2002. **Mikroalga Berbahaya di Perairan Indonesia**. http://www.bioline.org.bar./ 27 Agustus 2008. 10.20 AM

Winarno, F.G, 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT Gramedia Pustaka. Jakarta.

Wirawan, I, 1995. **Limnology**. Jurusan Perikanan. Universitas DR Soetomo. Surabaya.

Yonny, 2008. **Kembangkan Bahan Bakar dari Mikroalga**. http://www.energiportal.com/mod.php 27 Agustus 10.25 AM

Zonnevel, 1991. **Prinsip – Prinsip Budidaya**. PT. Gramedia. Jakarta.