

**STUDI KANDUNGAN KARBOHIDRAT, LEMAK DAN PROTEIN ALGA DARI
WADUK SELOREJO KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG**

**LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :
WILASTI RESTIKA

0410810074

MSP



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

2008



**STUDI KANDUNGAN KARBOHIDRAT, LEMAK DAN PROTEIN ALGA DARI
WADUK SELOREJO KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG**

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

Oleh :

WILASTI RESTIKA

0410810074

DOSEN PENGUJI I

Ir. Herwati Umi S. MS

NIP : 130 819 400

Tanggal :

DOSEN PENGUJI II

Ir. Mulyanto, MS

NIP : 131 583 526

Tanggal :

**MENYETUJUI,
DOSEN PEMBIMBING I**

Dr. Ir. Diana Arfiati, MS

NIP : 131 471 524

Tanggal :

DOSEN PEMBIMBING II

Asus Maizar S, S.Pi, MP

NIP : 132 306 504

Tanggal :

**Mengetahui,
KETUA JURUSAN**

Ir. Maheno Sri Widodo, MS

NIP. 131 471 522

Tanggal :

RINGKASAN

Wilasti Restika Skripsi tentang Studi Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Alga Dari Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang dibawah bimbingan **Dr. Ir. Diana Arfiati, M.S dan Asus Maizar S, S.pi, M.P**

Fitoplankton adalah alga atau tumbuhan air mikroskopis yang berfungsi sebagai produsen primer, selama hidupnya tetap dalam bentuk fitoplankton dan merupakan makanan langsung bagi larva ikan dan zooplankton. Fitoplankton dalam suatu perairan kadang mengalami pertumbuhan melampaui batas sehingga mengganggu organisme yang ada di dalamnya sebagai akibat kelebihan hara N dan P dalam perairan. Pertumbuhan berlebih fitoplankton tersebut akan lebih bermanfaat jika dapat digunakan untuk kepentingan manusia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton dari Waduk Selorejo sehingga dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuan agar dapat dimanfaatkan lebih lanjut.

Fitoplankton dari waduk Selorejo 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 dihitung kelimpahan relatif dan kelimpahan totalnya serta 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 pada bulan April - Mei 2008. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandungan karbohidrat, lemak dan protein pada alga serta kualitas air di perairan waduk Selorejo pada tiap stasiunnya. Metode yang digunakan adalah metode survey untuk pengambilan data primer dan data sekunder dan metode eksperimen untuk kultur fitoplankton.

Jenis fitoplankton yang ditemukan pada perairan waduk Selorejo selama pengambilan sampel terdiri dari 4 filum yaitu filum *Chlorophyta*, filum *Chrysophyta*, filum *Cyanophyta* dan filum *Phyrophyta*. Nilai kelimpahan relatif fitoplankton di waduk Selorejo pada masing – masing stasiun adalah pada stasiun I filum *Chlorophyta* 23,52 %, filum *Cyanophyta* 29,57 %, filum *Chrysophyta* 34,03 % dan filum *Phyrophyta* 2,94 %. Stasiun II filum *Chlorophyta* 53 %, filum *Cyanophyta* 32,8 %, filum *Chrysophyta* 13,39% dan filum *Phyrophyta* 0,79 %. Stasiun III filum *Chlorophyta* 59,95 %, filum *Cyanophyta* 24,88 %, filum *Chrysophyta* 16,15 % dan filum *Phyrophyta* 5 %. Stasiun IV filum *Chlorophyta* 46,67 %, filum *Cyanophyta* 23,05 %, filum *Chrysophyta* 23,89 % dan filum *Phyrophyta* 6,38 % .

Nilai kelimpahan rata - rata fitoplankton di waduk Selorejo pada masing-masing stasiun adalah pada stasiun I kelimpahannya adalah 375 ind/ml, stasiun II yaitu 500 ind/ml, stasiun III yaitu 630 ind/ml dan stasiun IV yaitu 155 ind/ml. Kisaran nilai kelimpahan di waduk Selorejo termasuk dalam perairan yang tingkat kesuburannya rendah (oligotrofik).

Hasil kultur selama 7 hari, air yang mengandung fitoplankton dari stasiun I pada minggu pertama, kedua dan ketiga. Kelimpahan relatif fitoplankton pada minggu pertama tertinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 55 % mempunyai kandungan karbohidrat 0,58 %, lemak 0,49 % dan protein 1,64 %. Minggu kedua kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 46% mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 8,87 %, lemak 1,36 % dan protein 4,96 %. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 50% mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 10,99 %, lemak 0,68% dan protein 6,33 %. Stasiun II pada minggu pertama, kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 57% memiliki kandungan karbohidrat 1,26 %, lemak 0,58 % dan protein 1,46 %. Minggu kedua kelimpahan relatif paling tinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 55% mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 11,34 %, lemak 1,16 % dan protein 6,31 %. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 44% mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 9,91 %, lemak 0,95 % dan protein 6,14 %.

Stasiun III pada minggu pertama kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 53% mempunyai kandungan karbohidrat 0,30 %, lemak 0,48 % dan protein 1,87 %. Sampel air minggu kedua kelimpahan relatif paling tinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 56 % mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 5,68 %, lemak 1,43 % dan protein 5,07 %. Sampel air minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 44 % mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 3,58 %, lemak 0,89 % dan protein 6,59 %. Stasiun IV, minggu pertama kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 66 % mempunyai kandungan karbohidrat 0,37 %, lemak 0,33 % dan protein 1,95 %. Minggu kedua kelimpahan relatif paling tinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 50% mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 14,73 %, lemak 1,32 % dan protein 4,89 %. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 52% mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 8,83 %, lemak 0,60 % dan protein 6,67 %. Hasil menentukan tingginya kandungan karbohidrat yang didapatkan dari fitoplankton hasil kultur adalah tingginya kelimpahan filum *Chlorophyta* Hasil yang menentukan tingginya kandungan lemak yang didapatkan dari fitoplankton hasil kultur adalah tingginya kelimpahan filum *Cyanophyta*. Hasil yang menentukan tingginya kandungan protein yang didapatkan dari fitoplankton hasil kultur adalah tingginya kelimpahan filum *Chlorophyta* yang mendominasi hasil kultur.

Parameter fisika perairan waduk Selorejo didapatkan bahwa suhu perairan berkisar antar 24 C – 26⁰ C, dan kecerahan berkisar antara 0,32 – 0,55 cm, warna perairan dominan hijau dan coklat keruh. Parameter kimia waduk Selorejo menunjukkan bahwa pH air berkisar antara 8 – 9, nitrat berkisar antara 0,33 mg/lit – 1,04 mg/lit dan pospat berkisar antara 0,09 mg/lit – 0,25 mg/lit. Kondisi kualitas air tersebut termasuk masih menunjang kehidupan organisme air termasuk fitoplankton.

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan kandungan karbohidrat, lemak dan protein lebih tinggi dengan lebih banyak mengkultur fitoplankton tersebut sehingga bisa dimanfaatkan lebih lanjut.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmt dan petunjuk-Nya, sehingga penelitian dan laporan skripsi dengan judul “Studi Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Pada Kondisi Blooming Alga Dari Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang ” dapat terselesaikan.

Laporan ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. Dengan tersusunnya laporan skripsi ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar – besarnya kepada :

1. Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya
2. Ibu. Dr. Ir. Diana Arfiati, M.S, selaku Dosen Pembimbing I
3. Bpk. Asus Maizar S, S.Pi, M.P, selaku Dosen Pembimbing II
4. Ibu. Ir. Herwati Umi S, MS, selaku Dosen Penguji I
5. Bpk. Ir Mulyanto, MS selaku Dosen Penguji II
6. Kedua orang tuaku dan kedua mbakku serta kakakku.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan, untk itu tidak menutup kemungkinan adanya saran dan kritik untuk menyempurnakan laporan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam penyusunan laporan. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan informasi bagi semua pihak yang memerlukan.

Malang, Juni 2008

Penulis

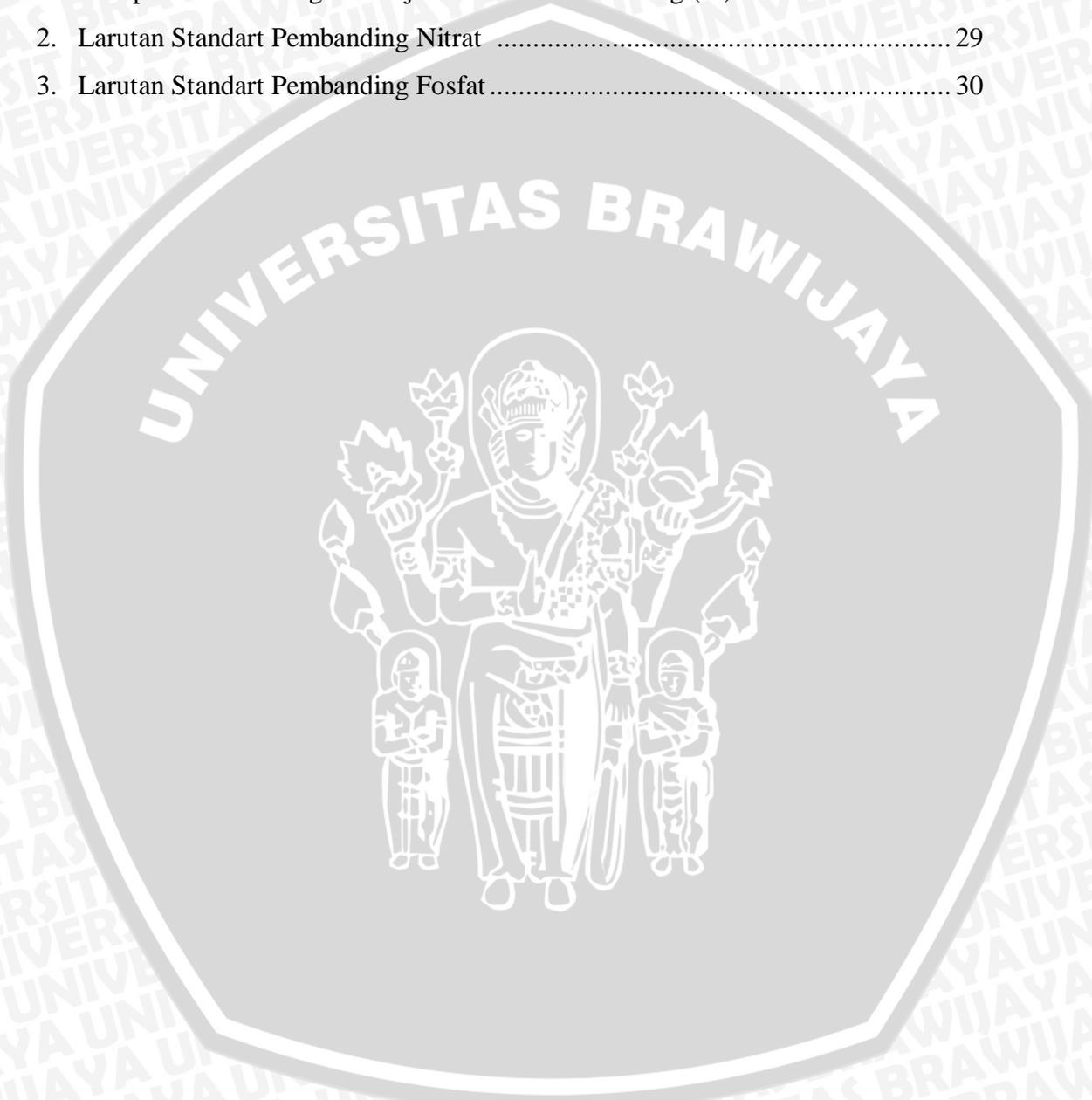
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Kegunaan	3
1.5 Waktu dan Tempat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Fitoplankton	4
2.2 Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein pada Fitoplankton	6
2.2.1 Karbohidrat	6
2.2.2 Lemak	7
2.2.3 Protein	9
2.3 Potensi Kandungan Nutrisi Fitoplankton	11
2.4 Kualitas Air Fitoplankton	13
2.4.1 Suhu	13
2.4.2 Kecerahan	14
2.4.3 Warna Air	14
2.4.4 pH	15
2.5 Nutrien Penyebab Blooming Fitoplankton	16
2.4.1 Nitrat	15
2.4.2 Fosfat	17
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Materi Penelitian	19
3.1.1 Alat	19
3.1.2 Bahan	19
3.2 Metode Pengambilan Data	20
3.3 Metode Pengambilan Sampel	21
3.4 Parameter Penelitian	21

3.4.1 Kelimpahan Total Fitoplankton dan Kelimpahan Relatif Fitolankton .	22
3.4.2 Parameter Pendukung Sampel Air Waduk Selorejo.....	28
IV. HASIL dan PEMBAHASAN.....	31
4.1 Keadaan Umum Waduk Selorejo	31
4.1.1 Keadaan Geografis Waduk Selorejo.....	31
4.1.2 Deskripsi Stasiun.....	32
4.2 Analisis Fitoplankton Waduk Selorejo.....	34
4.2.1 Analisis Kelimpahan Relatif Fitoplankton.....	34
4.2.2 Analisis Kelimpahan Total Fitoplankton.....	37
4.3 Analisis Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton.....	39
4.3.1 Stasiun I	39
4.3.2 Stasiun II	42
4.3.3 Stasiun III.....	46
4.3.4 Stasiun IV	50
4.4 Hubungan antara Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein dengan Filum Fitoplankton.....	53
4.4.1 Karbohidrat	53
4.4.2 Lemak	54
4.4.3 Protein	55
4.5 Analisis Kualitas Air Sampel Waduk Selorejo.....	56
4.5.1 Parameter Fisika	56
4.5.2 Parameter Kimia	59
V. KESIMPULAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia Alga Ditunjukkan dalam Zat Kering (%)	12
2. Larutan Standart Pembanding Nitrat	29
3. Larutan Standart Pembanding Fosfat	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Permasalahan	2
2. Stasiun I (pertemuan antara sungai Konto dan sungai Pinjal).....	32
3. Stasiun II (inlet sungai Kwayangan).....	33
4. Stasiun III (daerah dekat outlet waduk)	33
5. Stasiun IV (daerah dekat pemukiman dan pertanian)	34
6. Kelimpahan Relatif Fitoplankton	35
7. Kelimpahan Rata – rata Fitoplankton	37
8. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 1	40
9. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 2	41
10. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 3	41
11. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 1.....	43
12. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 2.....	44
13. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 3.....	45
14. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 1.....	47
15. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 2	48
16. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 3.....	48
17. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun IV Minggu 1	50
18. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun IV Minggu 2 dan 3.....	51

- 19. Grafik Hubungan antara Kandungan Karbohidrat dengan Filum Fitoplankton .53
- 20. Grafik Hubungan antara Kandungan Lemak dengan Filum Fitoplankton 54
- 21. Grafik Hubungan antara Kandungan Protein dengan Filum Fitoplankton 55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta lokasi Waduk Selorejo	66
2. Denah Stasiun Pengambilan Sampel.....	67
3. Kelimpahan Relatif Fitoplankton waduk Selorejo.....	68
4. Kelimpahan Total Rata – rata Fitoplankton waduk Selorejo	69
5. Kelimpahan Total Fitoplankton waduk Selorejo	70
6. Data Kualitas Air Waduk Selorejo	71
7. Data Kelimpahan Total Fitoplankton Hasil Kultur Selama 7 Hari.....	72
8. Data Kelimpahan Relatif (%) Fitoplankton Hasil Kultur Selama 7 Hari.....	73
9. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Hasil Kultur Selama 7 Hari (%).....	74
10. Data Kualitas Air Rata – rata Kultur Fitoplankton	75
11. Gambar warna perairan waduk Selorejo	76
12. Gambar fitoplankton yang ditemukan di waduk Selorejo.....	78
13. Hasil Analisa Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton	80



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Waduk Selorejo merupakan salah satu waduk di Kabupaten Malang yang memiliki nilai guna cukup tinggi antara lain sebagai pengendali banjir, irigasi, pembangkit tenaga listrik, perikanan dan pariwisata. Waduk Selorejo menerima suplai air dari tiga sungai besar yaitu Sungai Konto, Sungai Pijal, dan sungai Kwayangan (Firmansyah, 1998). Ketiga sungai tersebut mendapat masukan limbah dari daerah pertanian dan pemukiman penduduk yang diduga banyak mengandung nitrat dan orthofosfat. Ketersediaan nitrat dan orthofosfat sangat berpengaruh terhadap kehidupan fitoplankton. Selain itu keberadaan keramba juga memberikan masukan terhadap konsentrasi nitrat dan orthofosfat, khususnya dari sisa pakan dan hasil metabolisme ikan yang berada dalam keramba tersebut.

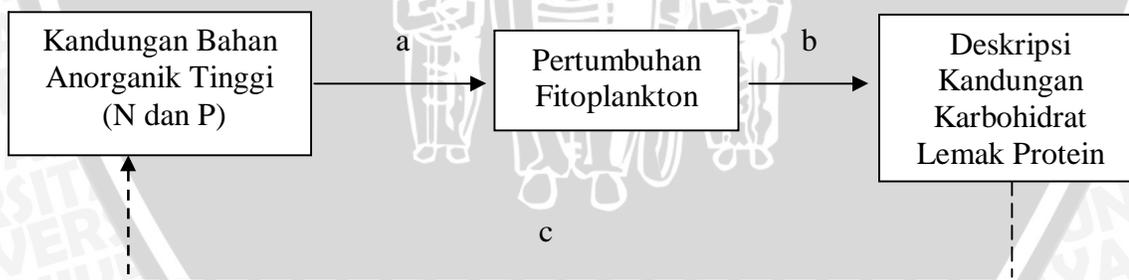
Menurut Wiadnyana (2002), semakin tingginya bahan detergen, buangan limbah organik dan anorganik yang masuk ke perairan dapat berdampak pada penyuburan perairan yang berlebihan, sehingga terjadi ledakan populasi mikroalga di perairan. Meningkatnya kandungan bahan organik nitrat dan orthofosfat di perairan waduk Selorejo dapat menyebabkan peningkatan populasi fitoplankton yang melebihi batas normal.

Saptarini (2003), telah melakukan penelitian tentang fitoplankton di Waduk Selorejo. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut bahwa waduk memiliki tingkat kesuburan yang *eutrof* dengan fitoplankton yang mendominasi dari genus *Chlorella*. Fitoplankton merupakan salah satu komponen penting dalam perairan, tetapi apabila jumlahnya berlebih dapat menimbulkan kerugian bagi organisme perairan yang ada

didalamnya. Salah satu upaya untuk mengatasi keadaan blooming tersebut adalah dengan memanfaatkan fitoplankton penyebab blooming. Pemanfaatan tersebut dapat dilakukan dengan melihat kandungan karbohidrat, lemak dan protein dari fitoplankton. Apabila kandungan karbohidrat, lemak dan protein dari fitoplankton tersebut tinggi maka akan dapat dimanfaatkan untuk kepentingan – kepentingan manusia.

1.2 Perumusan Masalah

Fitoplankton yang terdapat di Waduk Selorejo dalam kehidupannya dipengaruhi oleh adanya unsur hara terutama N dan P yang ada di perairan. Perairan alami unsur tersebut didapatkan dari limbah akibat kegiatan manusia di sekitar waduk (rumah tangga, pertanian, kegiatan budidaya ikan di keramba 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 di atas maka permasalahan dapat dikemukakan diagram seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Permasalahan

Keterangan :

- Peningkatan kadar N dan P di perairan dapat menyebabkan terganggunya populasi fitoplankton sehingga terjadi pertumbuhan berlebih fitoplankton.

- b. Pertumbuhan berlebih fitoplankton tersebut potensial untuk dikaji kadar karbohidrat, lemak dan protein.
- d. Informasi tentang kadar karbohidrat, lemak dan protein pada fitoplankton bisa menjadi bahan kajian lebih lanjut untuk bisa dimanfaatkan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar karbohidrat, lemak dan protein alga pada blooming fitoplankton dari Waduk Selorejo sehingga dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuan agar dapat dimanfaatkan lebih lanjut.

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini secara langsung dapat memanfaatkan blooming fitoplankton yang selama ini kurang bermanfaat di perairan serta dapat mengetahui potensi fitoplankton tersebut pada berbagai kebutuhan masyarakat.

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Waduk Selorejo Desa Pandansari Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang, Laboratorium Ilmu – Ilmu Perairan (IIP) dan *Workshop* Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan April - Mei 2008.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fitoplankton

Definisi plankton menurut Nybakken (1992), plankton adalah organisme yang hanyut bebas dalam air dan sangat lemah daya renangnya. Kemampuan berenang organisme-organisme planktonik sangat lemah sehingga mereka sama sekali dikuasai oleh gerakan-gerakan air. 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), dalam dunia perikanan plankton dapat dibedakan berdasarkan karakteristik biologinya yaitu mikro dan makro plankton. Mikroplankton adalah jasad – jasad renik yang melayang dalam air, tidak bergerak sedikit 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 alga atau tumbuhan air mikroskopis yang berfungsi sebagai produsen primer, selama hidupnya tetap dalam bentuk fitoplankton dan merupakan makanan langsung bagi larva ikan dan zooplankton.

Fitoplankton yang hidup diperairan tawar terdiri dari lima kelompok besar (divisio) yaitu *Chlorophyta* (alga hijau), *Cyanophyta* (alga biru), *Chrysophyta*, *Pyrophyta* dan *Euglenophyta*. 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).

Dalam distribusinya, faktor cahaya sangat memegang peranan penting karena intensitas cahaya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis. Secara vertikal intensitas cahaya akan dipengaruhi kecerahan sehingga menentukan tebalnya lapisan eufotik. Fitoplankton di daerah tropis (panas) biasanya tumbuh dengan cepat, apabila cahaya matahari meningkat dan kebutuhan nutrisi terpenuhi. Pertumbuhannya kontinu bahkan mencapai blooming. Oleh karena itu kelimpahan tertinggi biasanya terjadi di lapisan eufotik. Suksesi atau siklus hidup masing – masing spesies tergantung pada : kebutuhan nutrisi, tingkat stratifikasi panas (suhu), gerakan atau perpindahan alga yang tidak tetap karena gerakan air dan pemangsa oleh predator (Wirawan, 1995).

Meskipun demikian 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 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 di perairan adalah air, intensitas cahaya, suhu dan arus. Faktor kimia yang mempengaruhi adalah unsur hara, garam-garam mineral, gas-gas dalam air (CO_2 bebas, O_2 terlarut) dan pH. Faktor biologi yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah faktor intern yaitu chloroplast dan pigmen chloroplast (chlorophyll a, b, c, d) dan faktor ekstern yaitu predator dan adanya *competitor* (Subarijanti, 1990).

2.2 Kandungan Karbohidrat, Lemak, dan Protein pada Fitoplankton

2.2.1 Karbohidrat

Karbohidrat berperan sebagai sumber energi selain lemak dan protein. Karbohidrat merupakan senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, nitrogen dan oksigen dalam perbandingan yang berbeda – beda (Semeru dan Anna, 1992 *dalam* Ekawati, 2005). Didalam 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 merupakan sesuatu yang sangat penting dari semua hal tentang biomass alga yang digunakan dalam makanan atau makanan tambahan. Ini berarti bahwa penambahan protein dari biomass alga begitu serupa dengan karbohidrat, serat akan mempengaruhi secara keseluruhan nilai dan pencernaan dari hasil alga. Karbohidrat dari alga dapat ditemukan dalam bentuk pati, selulosa, gula dan polisakarida lainnya. Secara keseluruhan daya cerna dari karbohidrat yang berasal dari alga sangat baik, kiranya tidak ada batasan untuk pemakaian alga kering. (Richmond, 2005).

Karbohidrat merupakan salah satu sumber energi dalam pakan ikan (plankton) yang dapat ditemukan dalam bentuk serat kasar, pati, gelatin maupun bahan ekstrak tanpa nitrogen (Buwono, 2000). Karbohidrat merupakan kelompok organik terbesar yang terdapat pada tumbuhan dan didalamnya termasuk seperti gula sederhana, pati, selulosa, gum dan substansi lainnya. Senyawa ini terdiri dari C, H dan O dengan perbandingan antara hydrogen dan oksigen 2 : 1 menyerupai molekul air H₂O sehingga dinamakan karbohidrat (Nur dan Arifin, 2004).

Mikroalga menghasilkan kisaran karbohidrat, baik sebagai penyimpan produk (glikogen) maupun sebagai efektor osmotik (gliserol, menitol, sobitol). Walaupun hal ini dapat menjadi sumber makanan potensial atau sumber substrat untuk fermentasi mikrobial berikut pada ethanol atau untuk produk methan. Sampai saat ini mikroalga dengan polisakarida paling komersial adalah alga merah jenis *Porphyridium cruentum* dan *Porphyridium aeruginieum*. *Porphyridium* spp menghasilkan sejumlah besar polisakarida ekstraseluler dibawah kondisi pertumbuhan tertentu (Richmond, 2005).

2.2.2 Lemak

Lemak merupakan senyawa organik yang penting baik pada tumbuhan, hewan dan membran mikroba. Lemak tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik seperti ether dan alkohol. Fungsi lemak adalah sumber energi metabolik dan asam lemak essensial yang berperan dalam struktur seluler, pemeliharaan dan integritas biomembran. Lemak juga merupakan sumber sterol, fosfolipid, dan vitamin yang larut dalam lemak (Nur dan Arifin, 2004).

Seperti halnya karbohidrat, lemak mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen. Namun, lemak mengandung lebih banyak karbon dan hidrogen daripada oksigen. Lemak memberikan lebih kurang 2,25 kali lebih banyak energi daripada karbohidrat jika mengalami metabolisme karena lemak mengandung hidrogen lebih tinggi daripada oksigen. Sifat lemak ditentukan oleh susunan asam lemaknya. Asam lemak hanya terdapat pada lemak, tetapi merupakan zat antara dari metabolisme karbohidrat, lemak dan protein (Murtijdo, 2001).

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

Golongan alga yang memiliki kandungan asam lemak Omega 3 tinggi, berkisar 20%-45% dari seluruh kandungan asam lemaknya, adalah *Chlorella minutissima*, *Euglena gracilis* dan *Hitchia closterium*. Omega 3 pada dasarnya disintesis dari asam *linoleat* dan asam *linolenat* yang biasanya terdapat dalam makanan (Ikrawan, 2007). *Spirulina* 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).

Lemak memiliki kandungan energi yang terbesar bila dibandingkan dengan protein dan karbohidrat. Lemak mengandung asam – asam lemak esensial yang sangat diperlukan oleh tubuh. Dalam pakan ikan lemak berfungsi sebagai kontrol energi, mengingat sumber energi utama bagi ikan adalah lemak (Buwono, 2000).

Lemak dapat disintesis dari karbohidrat dan protein, karena dalam metabolisme, ketiga zat tersebut bertemu di dalam daur Krebs. Sebagian besar pertemuannya berlangsung melalui pintu gerbang utama siklus (daur) Krebs, yaitu Asetil Ko-enzim A. Akibatnya ketiga macam senyawa tadi dapat saling mengisi sebagai bahan pembentuk semua zat tersebut. Lemak dapat dibentuk dari protein dan karbohidrat, karbohidrat dapat dibentuk dari lemak dan protein dan seterusnya.

- Sintesis Lemak dari Karbohidrat

Glukosa diurai menjadi piruvat \longrightarrow gliserol.

Glukosa diubah \longrightarrow gula fosfat \longrightarrow asetilKo-A \longrightarrow asam lemak.

Gliserol + asam lemak \longrightarrow lemak.

- Sintesis Lemak dari Protein

Protein \longrightarrow Asam Amino protease.

Sebelum terbentuk lemak asam amino mengalami deaminasi lebih dahulu, setelah itu memasuki daur Krebs. Banyak jenis asam amino yang langsung ke asam piruvat

\longrightarrow Asetil Ko-A.

Asam amino Serin, Alanin, Valin, Leusin, Isoleusin dapat terurai menjadi Asam piruvat, selanjutnya asam piruvat \longrightarrow gliserol \longrightarrow fosfogliseraldehid

Fosfogliseraldehid dengan asam lemak akan mengalami esterifikasi membentuk lemak.

Lemak berperan sebagai sumber tenaga (kalori) cadangan. Nilai kalorinya lebih tinggi daripada karbohidrat. 1 gram lemak menghasilkan 9,3 kalori, sedangkan 1 gram karbohidrat hanya menghasilkan 4,1 kalori saja (Suwara, 2008).

2.2.3 Protein

Protein adalah polimer asam amino (McGiverty dan Goldstein, 1996 dalam Ekawati, 2005). Protein mempunyai peranan penting untuk mempertahankan fungsi jaringan secara normal untuk perawatan jaringan tubuh, mengganti sel – sel yang rusak dan pembentukan sel – sel baru. Tinggi rendahnya produksi protein dipengaruhi oleh beberapa kandungan esensial pembentuk protein. Nitrogen merupakan suatu unsur hara utama dalam penyusunan protein (Ekawati, 2005).

Kadar protein yang tinggi dari bermacam – macam spesies alga merupakan salah satu dasar pertimbangan organisme untuk mengkonsumsinya (Richmond, 2005). Protein adalah makromolekul yang terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan dapat juga mengandung sulfur nitrogen yang terdapat pada protein dicirikan dari komponen organik lainnya seperti lemak dan karbohidrat. Tidak ada nutrient lainnya yang dapat menggantikan protein dalam membangun dan memperbaiki jaringan dan sel – sel yang rusak. Protein dapat bergabung dengan karbohidrat, lemak atau asam lemak menjadi komponen yang kompleks. Protein dapat dikatakan berkualitas tinggi apabila komposisi asam aminonya mendekati pola asam amino yang diinginkan oleh organisme (Nur dan Arifin, 2004).

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).

Kandungan protein ganggang fotosintetik bersel tunggal (sedikit) mencapai 10-65% dari berat kering. Alga hijau *Chorella* dan *Sceredesmus* mengandung 55% protein. Sedangkan, *Spirulina* menunjukkan kandungan protein sampai 65%. Protein *Spirulina* kering dapat mencapai 72% dengan kandungan asam amino yang cukup seimbang. Sifat-sifat fungsional protein *Spirulina* juga dapat mengimbangi sifat fungsional protein lain sehingga kemungkinan pemakaiannya dalam berbagai industri pengguna protein patut diperhitungkan (Angka dan Suhartono, 2000).

Sintesis protein yang berlangsung di dalam sel, melibatkan DNA, RNA dan Ribosom. Penggabungan molekul-molekul asam amino dalam jumlah besar akan membentuk molekul polipeptida. Pada dasarnya protein adalah suatu polipeptida. Setiap sel dari organisme mampu untuk mensintesis protein-protein tertentu yang sesuai dengan keperluannya. Sintesis protein dalam sel dapat terjadi karena pada inti sel terdapat suatu zat (substansi) yang berperan penting sebagai "pengatur sintesis protein". Substansi-substansi tersebut adalah DNA dan RNA (Suwara, 2008).

2.3 Potensi Kandungan Nutrisi Fitoplankton

Semua jenis alga memiliki komposisi kimia sel yang terdiri dari protein, karbohidrat, lemak (*fatty acids*) dan *nucleic acids*. Prosentase keempat komponen tersebut bervariasi tergantung jenis alga. Ada jenis alga yang memiliki komponen *fatty acids* lebih dari 40%. Dari komponen *fatty acids* inilah yang akan diekstraksi dan diubah menjadi biodiesel. Dapat dilihat pada Tabel 1, komposisi kimia sel pada beberapa jenis alga.

Diperkirakan alga mampu menghasilkan minyak 200 kali lebih banyak dibandingkan dengan tumbuhan penghasil minyak (kelapa sawit, jarak pagar, dll) pada kondisi terbaiknya. Yang menarik untuk dikembangkan adalah kandungan minyak dalam mikroalga pada spesies tertentu cukup tinggi, yaitu rata-rata 40%, bahkan pada spesies tertentu misalnya *Botryococcus braunii* dapat melebihi kadar minyak tanaman darat sebagai sumber penghasil minyak, seperti kelapa, jarak dan sawit (Uju dan Wahyuni, 2007).

Hasil penelitian Rachmawati (2003), mengenai upaya memperkaya jaringan lemak sub kutan ayam dengan asam lemak omega 3 melalui penggunaan *Chlorella* sebagai pakan ayam Broiler menunjukkan bahwa asam linolenat dari *Chlorella* dapat digunakan sebagai sumber asam lemak omega 3 dalam pakan ayam guna memperkaya jaringan lemak ayam dengan asam lemak omega 3, namun disisi lain ternyata penggunaan *Chlorella* sebagai pakan ayam dapat menurunkan deposisi lemak pada jaringan lemak ayam sesuai dengan teori bahwa asam lemak tak jenuh dapat menurunkan deposisi lemak.

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

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

Sumber : (Bekker, 1994 dalam Thomas, 2008)

Alga tidak hanya berpotensi menghasilkan biodiesel. Komoditas ini bisa menjadi bahan pangan, pakan ternak, biomass yang langsung bisa dibakar, untuk industri farmasi, plastik, methanol, guna mengatasi pencemaran lingkungan. Berbagai jenis alga seperti *Griffithsia*, *Ulva*, *Enteromorpha*, *Gracilaria*, *Euchema*, dan *Kappaphycus* telah dikenal luas sebagai sumber makanan seperti salad rumput laut atau sumber potensial karagenan yang dibutuhkan oleh industri gel. Begitupun dengan *Sargassum*, *Chlorella/Nannochloropsis* yang telah dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat, *Osmundaria*, *Hypnea*, dan *Gelidium* sebagai sumber senyawa bioaktif, Laminariales atau Kelp dan *Sargassum muticum* yang mengandung senyawa alginat yang berguna dalam industri farmasi. Pemanfaatan berbagai jenis alga yang lain adalah sebagai penghasil bioetanol dan biodiesel ataupun sebagai pupuk organik (Putra, 2006).

2.4 Kualitas Air Fitoplankton

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 air (Subarijanti, 1990).

Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2 – 3 kali lipatnya. Peningkatan suhu ini disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut sehingga keberadaan oksigen sering kali tidak memenuhi kebutuhan oksigen terlarut bagi organisme akuatik untuk melakukan proses metabolisme dan respirasi. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20°C – 30°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 all*, 1992). Menurut Richmond (2005), intensitas cahaya yang tinggi cenderung mempertinggi produksi polisakarida dalam sel alga.

Kekeruhan menggambarkan sifat optis 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, 1985).

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).

2.4.3 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). Phylum Crhysophyta menyebabkan air berwarna kuning karena fitoplankton tersebut mengandung pigmen carotene dan xantofile. Phylum Cyanophyta menyebabkan air berwarna biru karena fitoplankton tersebut mengandung pigmen phycocianin. Phylum Chlorophyta menyebabkan air berwarna hijau karena fitoplankton tersebut mengandung khlorophyl (Cocarkin dan Agus, 2000).

2.4.4 pH

Derajat keasaman (pH) 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 (Effendi, 2003).

Mackeret, *et 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 karbondoksida dimanfaatkan oleh alga dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat dan oksigen. Pada pH 4 – 6,5 keberadaan karbondioksida di perairan terdapat dalam bentuk karbondioksida sedangkan pH 8,3, CO₂ dan H₂CO₃ tidak ditemukan lagi, sedangkan 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.

2.5 Nutrien Penyebab Blooming Fitoplankton

2.5.1 Nitrat

Nitrat adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Effendi, 2003).

Nitrogen merupakan unsur utama bagi pertumbuhan alga, karena unsur N ini merupakan penyusun dari semua protein dan asam nukleik dengan demikian merupakan penyusun protoplasma secara keseluruhan. Menurut beberapa peneliti kadar N di perairan sangat kecil, umumnya kurang dari 5 ppm. Sedangkan batas minimal untuk pertumbuhan alga adalah 0,35 ppm. Nitrogen 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, 2000).

Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0 – 1 mg/liter, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1 – 5 mg/liter, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5 – 50 mg/liter (Wetzel, 1975 dalam Effendi, 2003).

Nitrogen adalah nutrient yang sangat penting, hal ini karena nitrogen merupakan elemen yang diperlukan dalam struktur protein, khlorofil, RNA, DNA beberapa co-enzim dan vitamin juga mengandung nitrogen. Jadi nitrogen adalah essensial untuk berbagai fungsi penting seperti fotosintesa, respirasi, sintesa protein, formasi gen dan pertumbuhan (Wirawan, 1995).

Sejumlah studi menunjukkan bahwa biosintesis dan akumulasi lemak ditingkatkan dalam nitrogen terbatas dari mikroalga. Sampai nilai nitrogen jauh dibawah nilai ambang, fotosintesis masih berlanjut sekalipun mengalami penurunan (Thompson, 1996 *dalam* Richmond, 2005).

Namun, beberapa spesies alga meningkatkan kandungan karbohidrat mereka daripada lemak dibawah kondisi nitrogen menipis, seperti spesies *Dunaliella* yang dalam jumlah besar gliserol dapat diakumulasikan bersama dengan peningkatan mono-, di- dan polisakarida dibawah kondisi pertumbuhan dengan nitrogen hampir hilang (Borowitzka & Borowitzka, 1988 *dalam* Richmond, 2005).

2.5.2 Fosfat

Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuh – tumbuhan (Dugan, 1972 *dalam* Effendi, 2003). 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 sehingga nutrien yang essensial bagi produsen primer, fosfor lebih banyak berperan dari pada nitrogen sebagai faktor pembatas pertumbuhan (Wirawan, 1995).

Unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen di perairan, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (orthofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat. Fosfor membentuk kompleks dengan ion besi dan kalsium pada kondisi aerob, bersifat tidak larut dan mengendap pada sedimen sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh alga akuatik (Jeffries dan Mills, 1996 *dalam* Effendi, 2003).

Menurut Haryadi *et all* (1992), orthofosfat adalah bentuk phosphorus (P) yang dapat langsung dimanfaatkan oleh organisme nabati terutama fitoplankton dan tumbuhan air. Unsur fosfat merupakan salah satu unsur hara yang paling penting bagi metabolisme sel tanaman. Pada perairan ditemukan dalam bentuk orthofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Orthofosfat memegang peranan penting pada reaksi fosforilasi karena sangat penting dalam pembelahan sel dan sebagai penyusun lemak dan protein. Orthofosfat juga berperan untuk proses fotosintesis, respirasi dan pertumbuhan (Subarijanti, 1990).

Adapun faktor – faktor penentu ketersediaan unsur fosfor di suatu perairan adalah konsentrasi fosfor itu sendiri dan fosfor yang masuk dari berbagai wilayah di sekitarnya seperti dari pertanian, pemukiman dan industri. Unsur ini sebagian akan larut dalam air dan langsung efektif bagi pertumbuhan fitoplankton, sebagian akan hilang sebagai sedimen (Subarijanti, 1990).

Beberapa gejala dari penipisan fosfor sama terjadinya pada kekurangan nitrogen. Kandungan chlorophyll a menjadi menurun sementara kandungan karbohidrat meningkat dalam sel eukariotik dan prokariotik. Sebaliknya, sedikit degradasi *phycobilisome* terjadi pada saat fosfor semakin berkurang. Kekurangan phosphor dilaporkan menyebabkan akumulasi β -carotene dalam sel *Dunaliella* dan akumulasi astaxanthin dalam sel *Haematococcus* (Richmond, 2005).

Berdasarkan kadar orthofosfat, perairan diklasifikasikan menjadi tiga yaitu : perairan oligotrofik yang memiliki kadar orthofosfat 0,003 – 0,01 mg/liter; perairan mesotrofik yang memiliki kadar orthofosfat 0,01 – 0,03 mg/liter; dan perairan eutrofik yang memiliki kadar orthofosfat 0,031 - 0,1 mg/liter (Wetzel, 1975 dalam Effendi, 2003).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah mengukur kandungan karbohidrat, lemak dan protein alga dari perairan waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang

3.1.1 Alat

- Akuarium percobaan yang berukuran 30 x 35 x 50 cm sebanyak 12
- Selang aerasi, batu aerasi dan aerator (*blower*) untuk kegiatan aerasi
- 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.
- Alat – alat untuk analisa kualitas air antara lain *Thermometer*, *Secchi disk*, cawan petri, *Hot plate*, pipet tetes, pipet volume, tabung reaksi, erlenmeyer, *beaker glass*, spatula dan spektrofotometer.
- Alat – alat untuk pengamatan fitoplankton seperti mikroskop, *obyek glass*, *cover glass*, pipet tetes.
- Timbangan analitik

3.1.2 Bahan

- Fitoplankton
- Air sampel
- Kertas label
- Plankton net

- Pupuk yang digunakan adalah Urea (amoniak dan gas arang), TSP (monokalium fosfat 46 – 48 %) dan Walne (NaNO_3 100 ppm; Na_2EDTA 45 ppm; H_3BO_3 33,6 ppm; $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 20 ppm; FeCl_2 1,3 ppm; $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 20 ppm; vitamin (B_{12}) 1 ml dan larutan logan mikro 1 ml) dari BBAP Situbondo.
- Bahan untuk mengawetkan fitoplankton adalah alkohol 70 %.
- 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 Selorejo) sedangkan untuk kultur fitoplankton selama 7 hari digunakan metode eksperimen, yaitu mengadakan percobaan untuk melihat suatu hasil. Dalam metode survei pengambilan data dilakukan tidak hanya terbatas pada pengumpulan dan penyusunan data, tapi juga meliputi analisis dan pembahasan dari data tersebut. Metode survei bertujuan untuk membuat deskripsi mengenai keadaan yang terjadi pada saat penelitian dan metode eksperimen bertujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimen (Suryabrata, 1988).

3.3 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali setiap minggu. Dalam penelitian ini ditetapkan 4 stasiun pengukuran dan pengambilan contoh air dan plankton. Penentuan lokasi pengambilan sampel didasarkan pada sifat fitoplankton yang mengikuti arus. Stasiun pengamatan pada perairan waduk Selorejo untuk pengambilan sampel adalah sebagai berikut :

- Stasiun I : Daerah tempat air masuk (*inlet*) yaitu daerah masuknya aliran sungai Konto dan Sungai Pinjal.
- Stasiun II : Daerah tempat air masuk (*inlet*) yaitu daerah masuknya aliran sungai Kwayangan.
- Stasiun III : Daerah dekat *outlet* dari Waduk Selorejo.
- Stasiun IV : Daerah yang dekat dengan pemukiman penduduk.

3.4 Parameter Penelitian

Parameter yang diambil dalam penelitian ini adalah kandungan karbohidrat, lemak dan protein pada fitoplankton yang telah diambil dari waduk Selorejo serta analisis kelimpahan relatif fitoplankton berdasarkan Herawati (1989) dan kelimpahan total fitoplankton berdasarkan Bloom (1998) di waduk Selorejo dan fitoplankton hasil kultur 7 hari. Parameter pendukung fisika adalah suhu, kecerahan dan warna air serta parameter kimia yaitu nitrat dan orthofosfat berdasarkan Bloom (1998) di perairan waduk Selorejo. Identifikasi jenis fitoplankton di dasarkan pada Sachlan (1973), Davis (1995) dan Prescott (1979).

3.4.1 Analisa Kelimpahan Total Fitoplankton dan Kelimpahan Relatif Fitoplankton

- 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.

1. Identifikasi Jenis Fitoplankton

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

2. Analisa Kualitatif Fitoplankton

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

3. 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 :

$$\text{Rumus : } KR = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

Keterangan : KR = Kelimpahan Relatif

Ni = Jumlah individu pada genus tersebut.

N = Jumlah total individu

4. 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

$$\text{Faktor} = \frac{T \times V}{L \times v \times P \times W}$$

Keterangan :

T = Luas gelas penutup (20 x 20 mm²)

L = Luas lapang pandang (mm²)

V = Volume konsentrat plankton dalam botol penampung (33ml)

v = Volume konsentrat plankton dibawah gelas penutup (0,05 ml)

W = Voleme air waduk yang tersaring dengan plankton net (10 lt)

P = Jumlah lapang pandang

n = Jumlah fitoplankton yang ada dalam lapang pandang

- **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 fitoplanktonnya.
- Sampel air sudah siap untuk diletakkan dalam media kultur yang sebelumnya sudah dipersiapkan terlebih dahulu (dipanaskan sampai suhu 100°C).

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), TSP (0,5 gr) dan Walne (10 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.
- Setelah sekitar 7 hari dari inokulasi plankton dipanen untuk diukur kadar karbohidrat, lemak dan proteinnya.

2. Kelimpahan Total Fitoplankton Setelah Kultur 7 Hari

- Mengambil sampel air sebanyak 50 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

$$Faktor = \frac{T \times V}{L \times v \times P \times W}$$

Keterangan :

T = Luas gelas penutup (20 x 20 mm²)

L = Luas lapang pandang (mm²)

V = Volume konsentrat plankton dalam botol penampung (33ml)

v = Volume konsentrat plankton dibawah gelas penutup (0,05 ml)

W = Volume air yang tersaring dengan plankton net (50 ml)

P = Jumlah lapang pandang (9)

4. Kelimpahan Relatif Fitoplankton Setelah Kultur 7 Hari

- Mengambil sampel air sebanyak 50 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 :

$$Rumus : \quad KR = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan : KR = Kelimpahan Relatif

Ni = Jumlah individu pada genus tersebut.

N = Jumlah total individu

5. Pengukuran Kandungan Karbohidrat (Winarno, 2000), Lemak (Metode Soxhlet dalam Sasmito, 2006), Protein (Metode Kjeldahl dalam Sasmito, 2006), Analisa kadar air (Metode Oven, Sudarmaji, 1996) dan analisa kadar abu (Metode Total Abu, Sudarmaji 1996) pada fitoplankton dengan berat basah ± 10 gr dilakukan di laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

a. Analisa Kadar Air

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

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat Air awal} - \text{Berat sampel akhir}}{\text{Berat sampel akhir}} \times 100 \%$$

b. Analisa Kadar Abu

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

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{Berat Abu}}{\text{Berat sampel}} \times 100 \%$$

c. Analisa Kadar Karbohidrat

Analisis yang digunakan untuk memperkirakan kandungan karbohidrat dalam bahan makanan dapat dilakukan dengan perhitungan kasar (*proximate analysis*).

Yang dimaksud dengan *proximate analysis* adalah suatu analisis dimana

kandungan karbhidrat termasuk serat kasar diketahui bukan melalui analisis tetapi melalui perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kadar Karbohidrat}(\%) = 100\% - \%(\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air})$$

c. Analisis 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 H₂SO₄ pekat sehingga N protein terurai dan membentuk (NH₄)₂SO₄. Setelah dicerna ditambahkan larutan NaOH sehingga ammonium sulfat membentuk NH₃ yang selanjutnya didestilasi dan ditampung dalam asam borat menjadi NH₄BO₃ dan dititiasi dengan H₂SO₄.

Kadar protein dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Protein}(\%) = \frac{\text{ml Titrasi H}_2\text{SO}_4 \times \text{NH}_2\text{SO}_4 \times 14 \times 6,25}{1000 \times \text{gram contoh}} \times 100\%$$

d. Analisa Kadar Lemak

Sebanyak 5 gram sampel yang telah kering dibungkus dengan kertas saring, lalu dimasukkan ke dalam labu Soxhlet, sementara petroleum eter dimasukkan ke dalam labu lemak yang telah ditimbang beratnya. Selanjutnya diekstrak selama 5 jam. Destilasi pelarut yang ada di dalam labu lemak, lalu keringkan di dalam oven pada suhu 105⁰ C. Kadar lemak dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Lemak}(\%) = \frac{\text{Berat labu akhir} - \text{Berat labu awal}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

3.4.2 Parameter Pendukung Sampel dari Waduk Selorejo

a. Suhu (Bloom, 1998)

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

- Mengkalibrasi *Thermometer* yang digunakan.
- Memasukkan *Thermometer* ke dalam perairan dengan posisi membelakangi sinar matahari selama 2 – 5 menit.
- Menunggu sampai air raksa dalam *Thermometer* berhenti pada skala tertentu atau menunjukkan angka yang stabil.
- Melakukan pembacaan dengan tanpa mengangkat *Thermometer* dari badan air.

b. Kecerahan (Bloom, 1998)

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

- Memasukkan *secchi disc* 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 :

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

c. Warna Air (Bloom, 1998)

Pengukuran tingkat warna air dilakukan secara fisual yaitu dengan penglihatan mata peneliti pada warna perairan yang ada. Peneliti mengamati warna perairan yang ada pada waktu itu sehingga bisa diperkirakan fitoplankton yang mendominasi dari warna perairan tersebut.

d. Nitrat (Bloom, 1998)

- Membuat larutan standart pembanding.
- Tabel 2. Larutan standart pembanding nitrat

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

e. Orthofosfat (Bloom, 1998)

- Membuat larutan standart pembanding.
- Larutan standart pembanding fosfat adalah sebagai berikut :
- Tabel 3. Larutan standart pembanding fosfat

Larutan standar pembanding (ppm)	Larutan menurut jumlah ml larutan standar 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

- 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.
- Menambahkan 2 ml larutan ammonium molybdate dan kocok.
- 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 perairan waduk Selorejo.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Keadaan Geografis Waduk Selorejo

Waduk Selorejo terletak kurang lebih 50 m sebelah Barat kota Malang tepatnya di kecamatan Ngantang, terletak pada koordinat $7^{\circ} 50' - 7^{\circ} 53' \text{ LS}$ dan $112^{\circ} 18' - 112^{\circ} 20' \text{ BT}$ pada ketinggian kurang lebih 650 m di atas permukaan laut yang berbatasan dengan kabupaten Kediri sebelah Barat dan kabupaten Blitar sebelah Selatan. Waduk Selorejo dalam mensuplai air diperoleh dari 3 sungai besar, yaitu : sungai Konto, sungai Pinjal dan sungai Kwayangan. Waduk ini mempunyai tebing – tebing, perairan yang agak landai dan bentuknya berlekuk – lekuk. Dasar perairan yang cenderung berpasir dibagian sungai Konto, sedangkan di daerah aliran sungai Kwayangan cenderung berlumpur.

Di sekitar waduk terdapat berbagai macam aktivitas diantaranya : sebelah Barat waduk penghijauan hutan, sebelah Utara persawahan dan ladang, sedangkan sebelah Timur persawahan dan pemukiman dan sebelah Selatan pemukiman dan tempat rekreasi. Disamping itu juga terdapat penggalian batu dan pasir di sungai Konto serta banyaknya pola pertanian sayur – sayuran disekitar sungai.

Waduk Selorejo merupakan waduk serbaguna dimana fungsinya antara lain adalah sebagai pengendali banjir, pengairan, pembangkit listrik, usaha perikanan darat dan juga sebagai tempat pariwisata.

4.1.2 Deskripsi Stasiun

Stasiun I

Stasiun I ini merupakan daerah pertemuan antara aliran Sungai Konto dan Sungai Pinjal. Daerah ini arusnya cukup deras dan airnya sedikit keruh karena banyak sampah yang terbawa oleh aliran air. Di samping itu stasiun ini juga terletak dekat dengan daerah pertanian yang memungkinkan masuknya limbah – limbah pertanian seperti sisa – sisa pupuk. Untuk lebih jelasnya kondisi perairan pada stasiun I dapat disajikan pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Stasiun I (Pertemuan antara Sungai Pinjal dan Sungai Konto)

Stasiun II

Stasiun ini merupakan daerah inlet dari Sungai Kwayangan, dimana aliran airnya cukup tenang dan banyak terdapat tanaman enceng gondok. Disekitar daerah pada stasiun II ini merupakan daerah pertanian dan vegetasi hutan. Stasiun ini juga banyak terdapat aktivitas penangkapan ikan dengan menggunakan jaring. Kondisi perairan pada stasiun ini disajikan pada gambar 3 berikut ini :



Gambar 3. Stasiun II (Inlet Sungai Kwayangan)

Stasiun III

Stasiun III ini merupakan daerah yang terletak dekat dengan outlet dari waduk Selorejo dengan kondisi perairan cukup tenang. Hal ini mengakibatkan intensitas cahaya matahari yang masuk lebih optimal sehingga proses fotosintesis fitoplankton dapat berjalan maksimal. Kondisi perairan pada stasiun ini disajikan pada gambar 4 berikut ini



Gambar 4. Stasiun III (Daerah dekat dengan outlet Waduk Selorejo)

Stasiun IV

Stasiun IV terletak pada daerah dekat dengan pemukiman dan dekat dengan persawahan. Kondisi air pada stasiun ini sedikit berbau dan berwarna hijau karena dekat dengan pemukiman dimana terdapat aktivitas manusia sehingga dimungkinkan adanya buangan limbah domestik dari sisa rumah tangga ke perairan waduk tersebut. Kondisi perairan pada stasiun ini disajikan pada gambar 5 berikut ini :

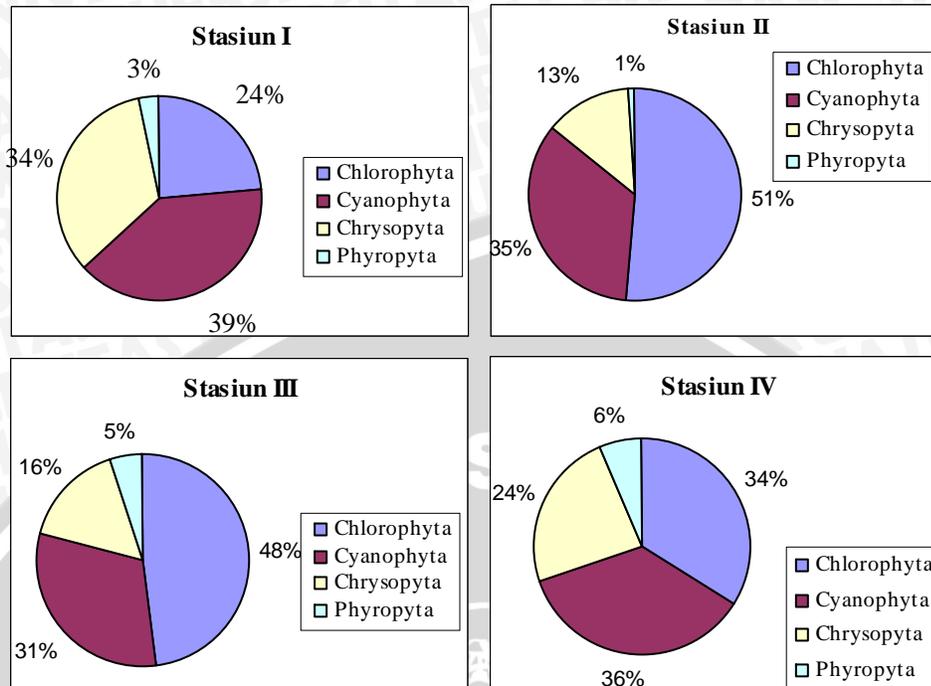


Gambar 4. Stasiun IV (dekat pemukiman penduduk)

4.2 Analisis Fitoplankton

4.2.1 Analisis Kelimpahan Relatif Fitoplankton

Kelimpahan relatif fitoplankton yang ada di Waduk Selorejo 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. Diagram analisis kelimpahan relatif fitoplankton di waduk Selorejo di tiap stasiun, disajikan pada gambar 6, berikut ini :



Gambar 6. Kelimpahan Relatif Fitoplankton di Stasiun Pengamatan

Gambar 6, tersebut menunjukkan bahwa ada perbedaan kelimpahan relatif antara masing – masing filum. Pada stasiun I yang merupakan daerah inlet antara sungai Pinjal dan sungai Konto, kelimpahan relatif fitoplankton paling tinggi adalah filum *Cyanophyta* sedangkan kelimpahan relatif paling rendah adalah filum *Phyropyta*.

Begitu juga dengan kelimpahan relatif tertinggi yang terdapat pada stasiun IV yaitu daerah dekat dengan pemukiman penduduk adalah filum *Cyanophyta*. Hal ini diduga karena kedua stasiun tersebut yaitu stasiun I dan stasiun IV, memiliki kandungan bahan organik dan anorganik tinggi yang berasal dari limbah rumah tangga dan limbah pertanian yang menyebabkan fosfat dan nitrat diperairan tinggi sehingga mendukung pertumbuhan dari filum *Cyanophyta*.

Subarijanti (2005), menyatakan kebutuhan fosfat oleh fitoplankton hanya dalam jumlah yang sedikit tergantung jenisnya dan apabila berlebihan, maka akan terjadi pertumbuhan fitoplankton yang melimpah terutama dari filum *Cyanophyta*. Kelimpahan relatif stasiun I untuk filum *Chrysophyta* sebesar 34%, filum *Chlorophyta* sebesar 24% dan filum *Phyrophyta* sebesar 3%. Sedangkan untuk stasiun IV kelimpahan relatif fitoplankton untuk filum *Chrysophyta* sebesar 24%, filum *Chlorophyta* sebesar 34% dan filum *Phyrophyta* sebesar 6%.

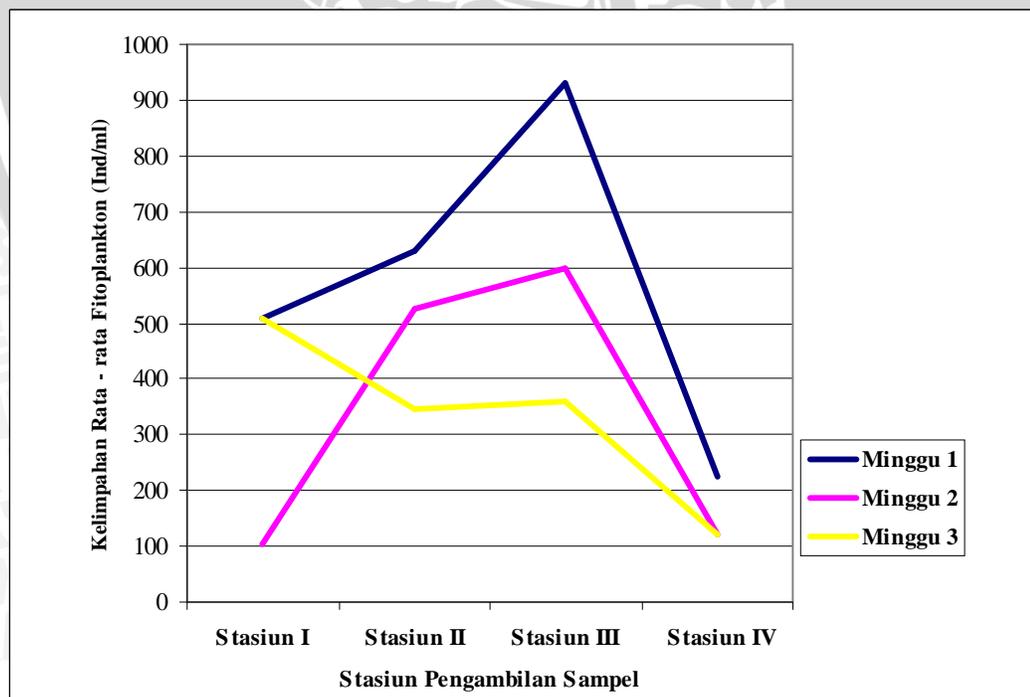
Stasiun II, yaitu daerah antara inlet sungai Kwayangan filum *Chlorophyta* mempunyai persentase yang lebih tinggi dibandingkan dengan filum yang lainnya. Hal ini diduga karena stasiun ini dekat dengan aliran air masuk yang menyebabkan terjadinya pengadukan. Begitu juga dengan kelimpahan relatif yang terdapat pada stasiun III dimana kelimpahan relatif yang tertinggi terdapat pada filum *Chlorophyta*. Alga hijau (fitoplankton) akan tumbuh dengan baik apabila intensitas cahaya matahari cukup tersedia (Subarijanti, 1990).

Kelimpahan relatif stasiun II untuk filum *Chrysophyta* sebesar 13%, filum *Cyanophyta* sebesar 36% dan filum *Phyrophyta* sebesar 1%. Sedangkan untuk stasiun III kelimpahan relatif fitoplankton untuk filum *Chrysophyta* sebesar 16%, filum *Cyanophyta* sebesar 31% dan filum *Phyrophyta* sebesar 1%. Untuk filum *Phyrophyta* hampir di semua stasiun mempunyai persentase kelimpahan relatif yang paling kecil, hal tersebut diduga karena filum *Phyrophyta* merupakan filum yang paling disukai oleh organisme perairan. Menurut Sachlan (1972), ada 2 macam primari produser yang paling penting di perairan yaitu Diatom dan filum *Phyrophyta* karena mudah dicerna sehingga menyebabkan banyak konsumen menyukai.

Adanya perbedaan jenis pada kelimpahan relatif fitoplankton pada tiap stasiun pengamatan dipengaruhi oleh fitoplankton serta letak stasiun. Persentase antara filum *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Chrysophyta* dan *Phyrophyta* di waduk Selorejo pada tiap stasiunnya tidak berbeda jauh, hal ini menunjukkan bahwa filum *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Chrysophyta* dan *Phyrophyta* mempunyai penyebaran yang merata di Waduk Selorejo.

4.2.2 Analisis Kelimpahan Rata - rata Fitoplankton

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 Selorejo berkisar antara 105 – 930 ind/ml. Grafik kelimpahan rata – rata fitoplankton pada stasiun pengamatan di waduk Selorejo dapat dilihat dalam gambar 7 berikut ini :



Gambar 7. Grafik Kelimpahan Rata - rata Fitoplankton pada Stasiun Pengamatan

Grafik tersebut menunjukkan bahwa kelimpahan rata – rata tertinggi diperoleh di stasiun III yang merupakan daerah dekat outlet dari waduk Selorejo dengan kelimpahan rata – rata 930 ind/ml (Data kelimpahan disajikan di lampiran 7). Hal ini diduga karena stasiun ini merupakan tempat berkumpulnya masukan hara yang berasal dari inlet, daerah pertanian dan pemukiman penduduk. Termasuk juga karena kondisi perairan yang cukup tenang, hal ini mengakibatkan intensitas cahaya matahari yang masuk optimal, sehingga proses fotosintesis fitoplankton dapat berjaan maksimal. Hal ini didukung oleh pendapat Subarijanti (1990) yang menyatakan bahwa dalam distribusi fitoplankton, faktor cahaya memegang peranan penting karena intensitas cahaya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis.

Kelimpahan rata – rata fitoplankton terendah terdapat di stasiun I. Hal ini diduga karena stasiun ini merupakan pertemuan antara inlet yang berasal dari sungai Konto dan sungai Pinjal dimana memiliki arus yang sangat deras pada waktu pengambilan sampel sehingga hal tersebut diduga sebagai penyebab rendahnya kelimpahan rata – rata fitoplankton di stasiun tersebut. Menurut Kusriani (1992), salah satu penyebab perbedaan kelimpahan plankton antar lokasi dapat disebabkan karena arah angin, hal ini menyebabkan plankton terbawa pada arah angin tertentu yang berpengaruh terhadap pergerakan arus air di waduk.

Adanya perbedaan kelimpahan fitoplankton di setiap tempat, maka Landner (1976) membagi perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton yaitu :

- Perairan Oligotrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburan rendah dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 0 – 2000 ind/ml

- Perairan Mesotrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburan sedang dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2000 - 15000 ind/ml
- Perairan Eutrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburan tinggi dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara >15.000 ind/ml.

Berdasarkan pengklasifikasian tersebut maka perairan waduk Selorejo yang mempunyai kelimpahan rata – rata yang berkisar antara 105 – 930 ind/ml merupakan perairan oligotrofik yaitu perairan yang dapat dikatakan perairan yang mempunyai tingkat kesuburan yang rendah.

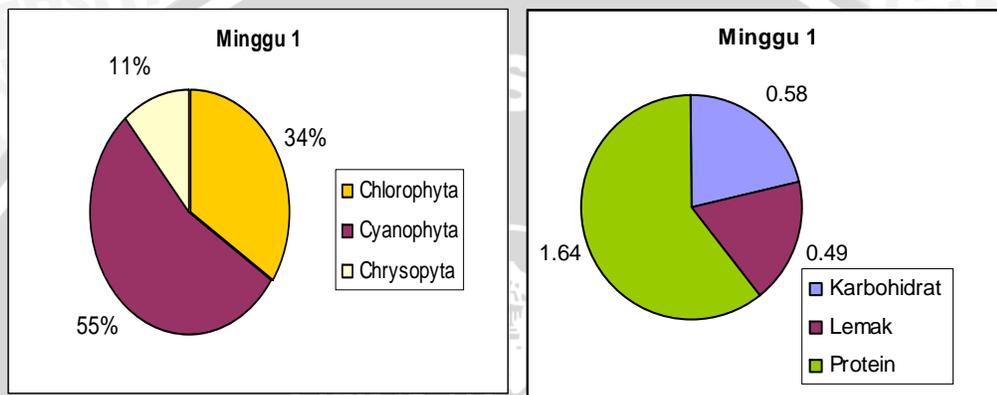
4.3 Analisis Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton

Hasil analisa kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton hasil kultur disajikan dalam tabel di lampiran 9. Data hasil analisis kelimpahan jenis fitoplankton yang ditemukan di waduk Selorejo setelah dikultur selama 7 hari, disajikan pada tabel di lampiran 8.

4.3.1 Stasiun I

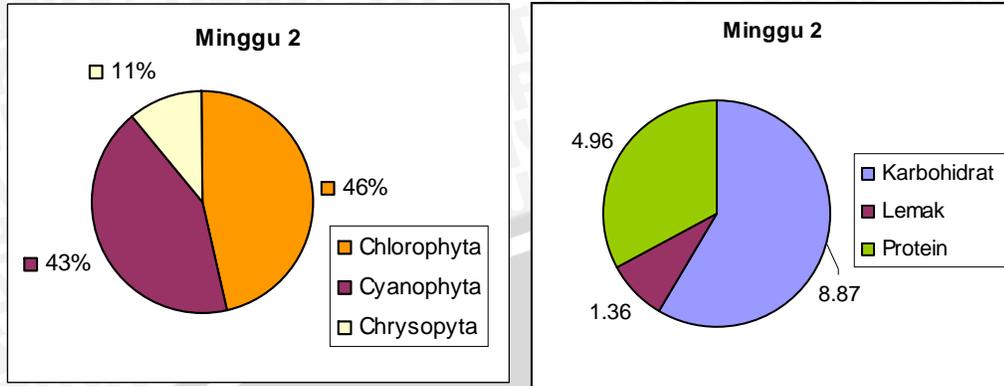
Berdasarkan analisis kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton setelah dikultur selama 7 hari maka sampel air stasiun I pada minggu pertama, kedua dan ketiga. Kelimpahan relatif fitoplankton pada minggu pertama tertinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 55 % dengan genus yang mendominasi adalah *Microcystis* mempunyai kandungan karbohidrat 0,58 %, lemak 0,49 % dan protein 1,64 %. Minggu kedua kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 46% dengan genus yang mendominasi adalah *Chlorella* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 8,87 %,

lemak 1,36 % dan protein 4,96 %. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 50% dengan genus yang mendominasi adalah *Chlorella* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 10,99 %, lemak 0,68% dan protein 6,33 % (Lampiran 8). Grafik persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton di stasiun I sebagai berikut :



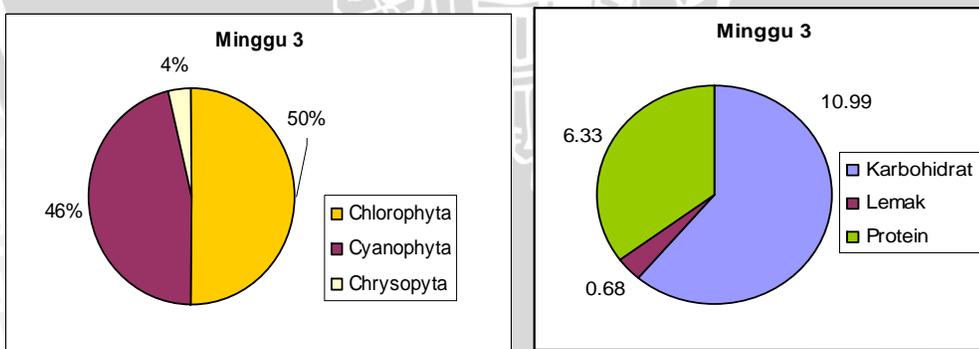
Gambar 8. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 1

Persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein dari sampel air minggu pertama tertinggi dari kandungan proteinnya. Hal tersebut diduga karena kelimpahan relatif fitoplankton yang mendominasi hasil kultur adalah dari genus *Microcystis* dan *Anabaena*. Menurut Thomas (2008), kandungan karbohidrat, lemak dan protein dari *Anabaena* berkisar antara 25- 30%, 4-7 % dan 43 – 56 % dari berat kering. Selain hal tersebut filum fitoplankton hasil kultur tersebut memiliki komposisi karbohidrat, lemak dan protein berbeda – beda. Menurut Uju dan Wahyuni (2007), semua jenis alga memiliki komposisi kimia sel yang terdiri dari karbohidrat, lemak dan protein.



Gambar 9. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 2

Gambar 9 tersebut menunjukkan bahwa pada sampel air minggu kedua persentase kandungan karbohidrat lebih tinggi sebesar 8,87% dibanding persentase kandungan protein 4,96 % dan lemak 1,36 %. Hal tersebut diduga karena persentase kelimpahan relatif fitoplankton yang mendominasi tertinggi berasal dari genus *Chlorella*. Menurut Thomas (2008) 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.



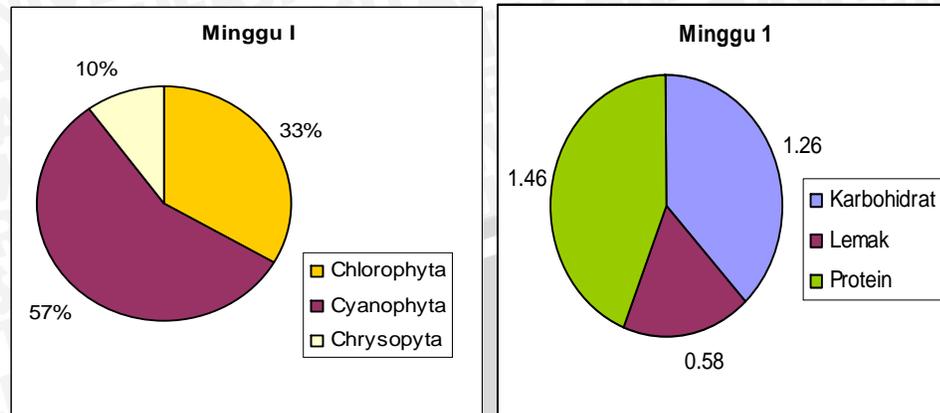
Gambar 10. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun I Minggu 3

Gambar 10, persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton yang dihasilkan dari kultur alga pada sampel air minggu ketiga tertinggi karbohidrat sebesar 10,99 % kandungan proteinnya sebesar 6,33 %. Hal tersebut diduga karena fitoplankton yang mendominasi hasil kultur sebagian besar dari filum *Chlorophyta* sebesar 50 % genus yang mendominasi adalah genus *Chlorella*. Filum *Chlorophyta* mempunyai cadangan makanan dalam bentuk karbohidrat dan protein (Sachlan, 1972).

Hampir seluruh hasil kultur fitoplankton sampel air tiap minggu di stasiun I menunjukkan hasil bahwa genus *Microcystis* dan genus *Chlorella* yang paling mendominasi. Yulianti (2004), melaporkan hasil penelitiannya tentang respon plankton terhadap aerasi dan tingkat nutrisi pada proses eutrofikasi di kolam percobaan dan hasilnya membuktikan bahwa spesies – spesies yang dominan hampir pada semua kolam percobaan adalah *Microcystis* dan *Chlorella*.

4.3.2 Stasiun II

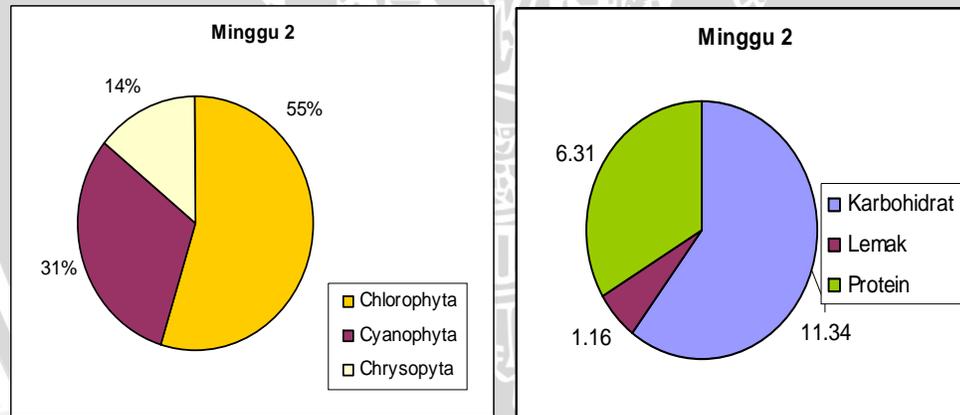
Hasil analisis kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton setelah dikultur selama 7 hari (lampiran 8) memperlihatkan sampel air stasiun II pada minggu pertama, kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 57% genus yang mendominasi adalah *Microcystis* memiliki kandungan karbohidrat 1,26 %, lemak 0,58 % dan protein 1,46 %. Minggu kedua kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 55%, genus yang mendominasi adalah *Chlorophyta* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 11,34 %, lemak 1,16 % dan protein 6,31 %. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 44% dengan genus yang mendominasi adalah *Chlorella* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 9,91 %, lemak 0,95 % dan protein 6,14 %.



Gambar 11. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 1

Gambar 11, menunjukkan bahwa persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton hasil kultur pada sampel air minggu pertama menunjukkan angka yang relatif lebih rendah dibanding dengan minggu II dan III. Pada sampel air minggu pertama kandungan tertinggi fitoplankton adalah protein sebesar 1,46 % sedangkan kandungan terendah terdapat pada lemak sebesar 0,58 % dan kandungan karbohidrat sebesar 1,26 %. Hal tersebut diduga karena jenis fitoplankton yang mendominasi hasil kultur mempunyai kelimpahan paling tinggi berasal dari genus *Microcystis*, dimana genus tersebut masuk dalam filum *Cyanophyta*. Filum *Cyanophyta* memiliki kemampuan untuk mengikat unsur N dari udara sebagai unsur utama pembentuk protein (Sachlan, 1972). Kemampuan *Cyanophyta* dalam mengikat nitrogen, menurut Sharma (1986) karena alga ini mempunyai *herocysts* yang terletak diantara sel-sel yang terdapat dalam filament.

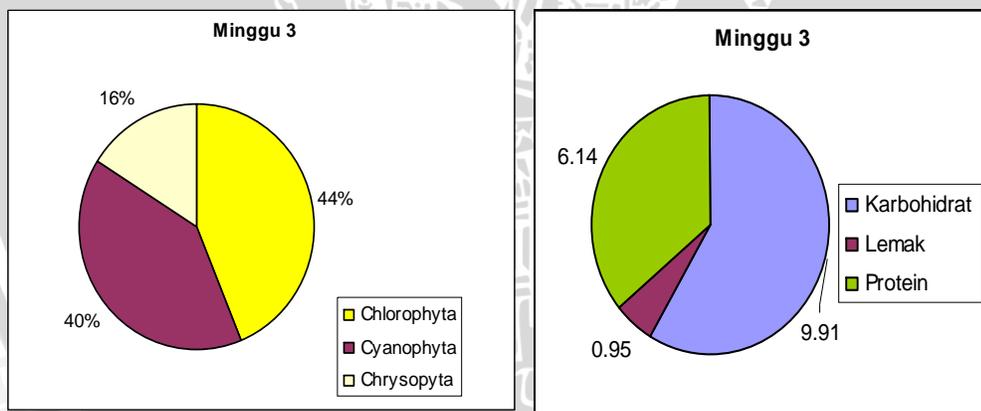
Persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton hasil kultur sampel air minggu pertama lebih rendah dibanding dengan sampel air minggu kedua dan ketiga. Kondisi warna air pada waktu kultur fitoplankton tersebut pada minggu pertama yang semula berwarna hijau setelah 3-7 hari terjadi perubahan warna, hal tersebut diduga karena adanya kontaminan didalam kultur. Menurut Chilmawati (2008), ketika suatu kultur alga terjadi blooming terjadi pewarnaan yang terang/bening setelah 3 atau 4 hari ditandai dengan kecilnya pertumbuhan hal ini biasanya disebabkan ketidak seimbangan kandungan nutrisi dan pada kultur algae yang tua (10-14 hari) dimana akan terjadi pengurangan nutrisi yang sering ditandai dengan adanya suatu perubahan kekeruhan, warna hijau terang atau warna kuning dan akhirnya pelan-pelan menjadi warna bersih (karena mengendap) selain itu kemungkinan yang lainnya adalah adanya kontaminasi dari protozoa dan zooplankton.



Gambar 12. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 2

Gambar 12 menunjukkan pada sampel air minggu kedua persentase kandungan karbohidrat adalah tertinggi dibanding persentase kandungan protein dan lemak yaitu sebesar 11,36 % sedangkan yang terendah adalah kandungan lemak sebesar 1,16 % dan protein sebesar 6,31 %. Hal tersebut diduga karena kelimpahan relatif fitoplankton yang mendominasi adalah genus *Chlorella* dari filum *Chlorophyta*.

Persentase kandungan lemak hampir di semua stasiun dengan sampel air 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 lemak juga rendah. Dimana filum yang ditemukan dari hasil sampel air kultur mempunyai cadangan makanan dalam bentuk lemak adalah filum *Chrysophyta*. Menurut Sachlan (1972), cadangan makanan untuk filum *Chrysophyta* terdiri dari karbohidrat dan lemak.



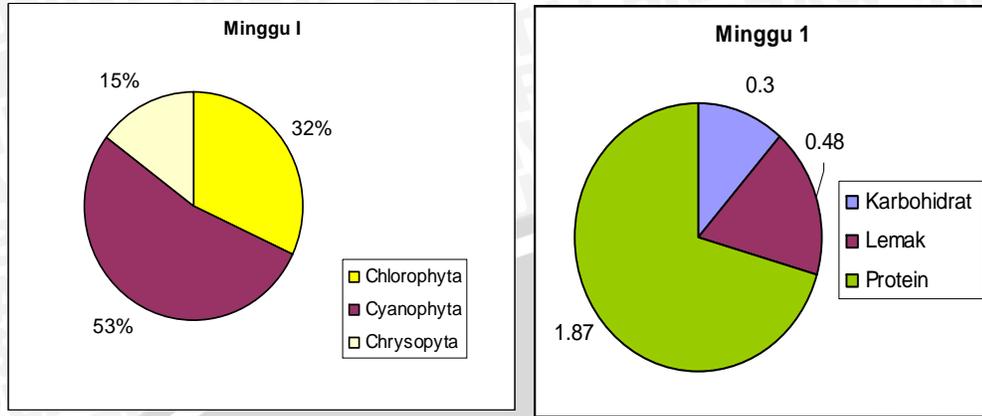
Gambar 13. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun II Minggu 3

Gambar 13, menunjukkan pada sampel air minggu ketiga persentase kandungan tertinggi terdapat pada karbohidrat sebesar 11,34 % dan terendah adalah lemak sebesar 1,16 % sedangkan persentase kandungan proteinnya sebesar 6,31 %. Tingginya persentase kandungan karbohidrat pada fitoplankton diduga dipengaruhi oleh genus fitoplankton yang mendominasi hasil kultur air yang berasal dari waduk Selorejo, dimana fitoplankton yang mendominasi adalah dari genus *Chlorella*.

Perbedaan persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton hasil kultur sampel air dari waduk Selorejo tiap minggunya diduga karena adanya perbedaan genus fitoplankton yang mendominasi hasil kultur tersebut. Menurut Okauchi (1991) dalam Chilmawati (2008), perbedaan jenis mikroalga yang dikultur dibawah kondisi lingkungan kultur yang sama akan menghasilkan perbedaan kandungan lemak.

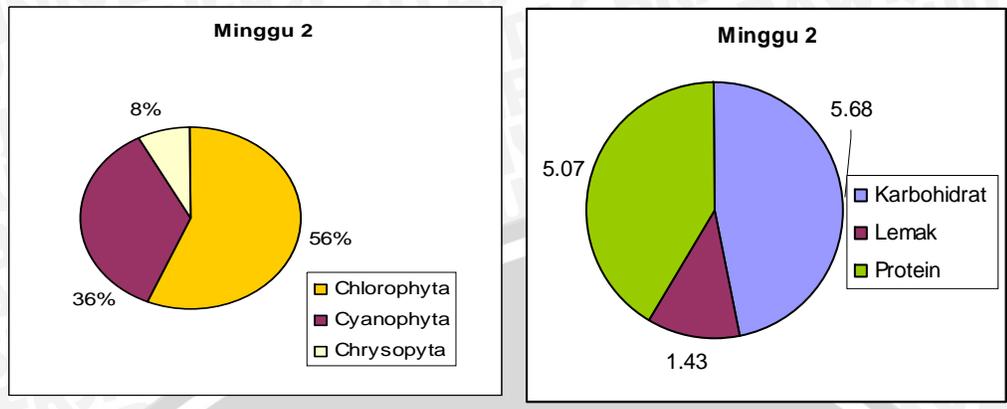
4.3.3 Stasiun III

Pada stasiun III, berdasarkan hasil kultur sampel air yang mengandung fitoplankton selama 7 hari dengan pengambilan sampel tiap minggu maka pada sampel air minggu pertama kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 53% dengan genus yang paling mendominasi adalah *Microcystis* mempunyai kandungan karbohidrat 0,30 %, lemak 0,48 % dan protein 1,87 %. Sampel air minggu kedua kelimpahan relatif paling tinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 56 % dengan genus yang mendominasi adalah *Chlorella* mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 5,68 %, lemak 1,43 % dan protein 5,07 %. Sampel air minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 47% dengan genus *Chlorella* yang mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 3,58 %, lemak 0,89 % dan protein 6,59 %.



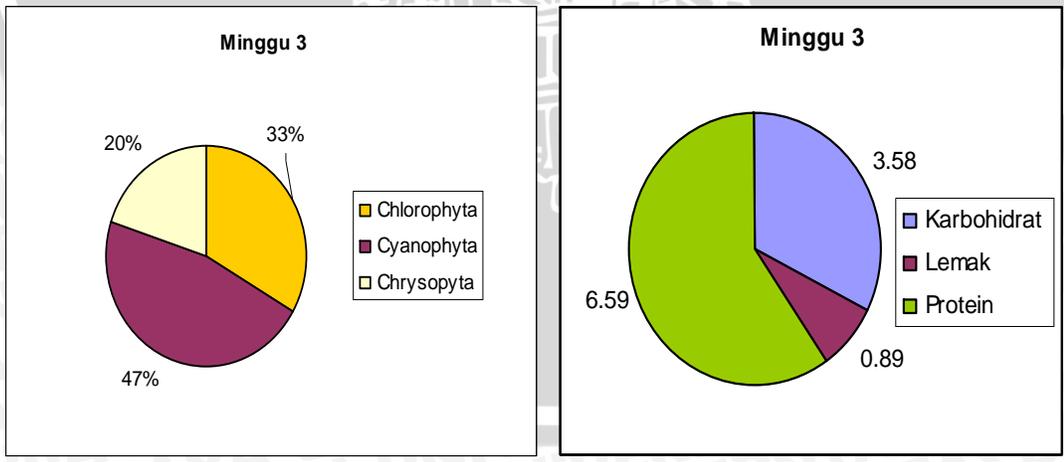
Gambar 14. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 1

Gambar 14 tersebut menunjukkan persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein sampel air minggu pertama yang mengandung fitoplankton hasil kultur. Persentase tertinggi terdapat pada protein sebesar 1,87 % dengan kandungan terendah pada lemak sebesar 0,48 %, sedangkan untuk karbohidrat sebesar 0,30 %. Tingginya persentase kandungan protein dan rendahnya persentase kandungan lemak fitoplankton pada sampel air minggu pertama ini diduga karena genus yang mendominasi hasil kultur. Genus yang mendominasi hasil kultur stasiun III pada minggu pertama ini adalah dari genus *Microcystis* dari filum *Cyanophyta*.



Gambar 15. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 2

Gambar 15, menunjukkan persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein pada sampel air minggu kedua di stasiun III tertinggi adalah karbohidrat sebesar 5,68 % dan terendah adalah lemak sebesar 1,43 % sedangkan persentase kandungannya sebesar 5,07 %. Persentase kandungan karbohidrat pada sampel air minggu kedua ini tinggi diduga karena genus fitoplankton yang mendominasi hasil kultur dari perairan waduk Selorejo. Fitoplankton yang mendominasi adalah dari genus *Chlorella* dari filum *Chlorophyta* dan *Microcystis* dari genus *Cyanophyta*.



Gambar 16. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun III Minggu 3

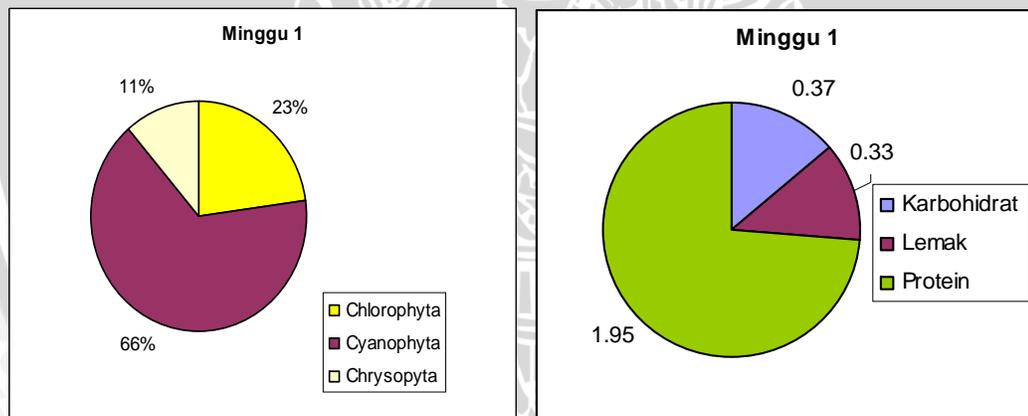
Gambar 16 menunjukkan pada sampel air minggu ketiga persentase kandungan tertinggi dari fitoplankton adalah protein sebesar 6,59 % dan terendah adalah lemak sebesar 0,89 % sedangkan karbohidratnya sebesar 3,58 %. Tingginya persentase kandungan protein fitoplankton pada sampel air minggu ketiga ini diduga juga karena fitoplankton yang mendominasi hasil kultur, dimana fitoplankton yang mendominasi hasil kultur adalah *Microcystis* dari filum *Cyanophyta*.

Persentase kandungan karbohidrat yang lebih tinggi bila dibanding dengan lemak dan protein pada hasil kultur fitoplankton di sampel air minggu pertama, kedua dan ketiga diduga karena tingginya kelimpahan relatif fitoplankton dari genus *Chorella* hasil kultur tersebut, mengingat fitoplankton genus *Chlorella* mampu menghasilkan karbohidrat, lemak dan protein. Menurut Syahputra (2008), bila ke dalam air kultur dimasukkan zat organik sederhana, cukup CO₂ dan cahaya maka *Chlorella* ini akan berfotosintesis dan selanjutnya menghasilkan karbohidrat, lemak dan protein.

Perbedaan persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton di stasiun IV pada minggu pertama, kedua dan ketiga setelah dikultur selama 7 hari dengan kondisi kultur yang sama dengan kelimpahan relatif tertinggi dari genus fitoplankton yang sama diduga karena genus fitoplankton yang mendominasi hasil kultur tiap minggu juga berbeda. Menurut Chen (1991) dalam Chilmawati (2008), beberapa spesies mikroalga yang dikultur pada kondisi yang sama menghasilkan komposisi karbohidrat, lemak dan protein yang berbeda.

4.3.4 Stasiun IV

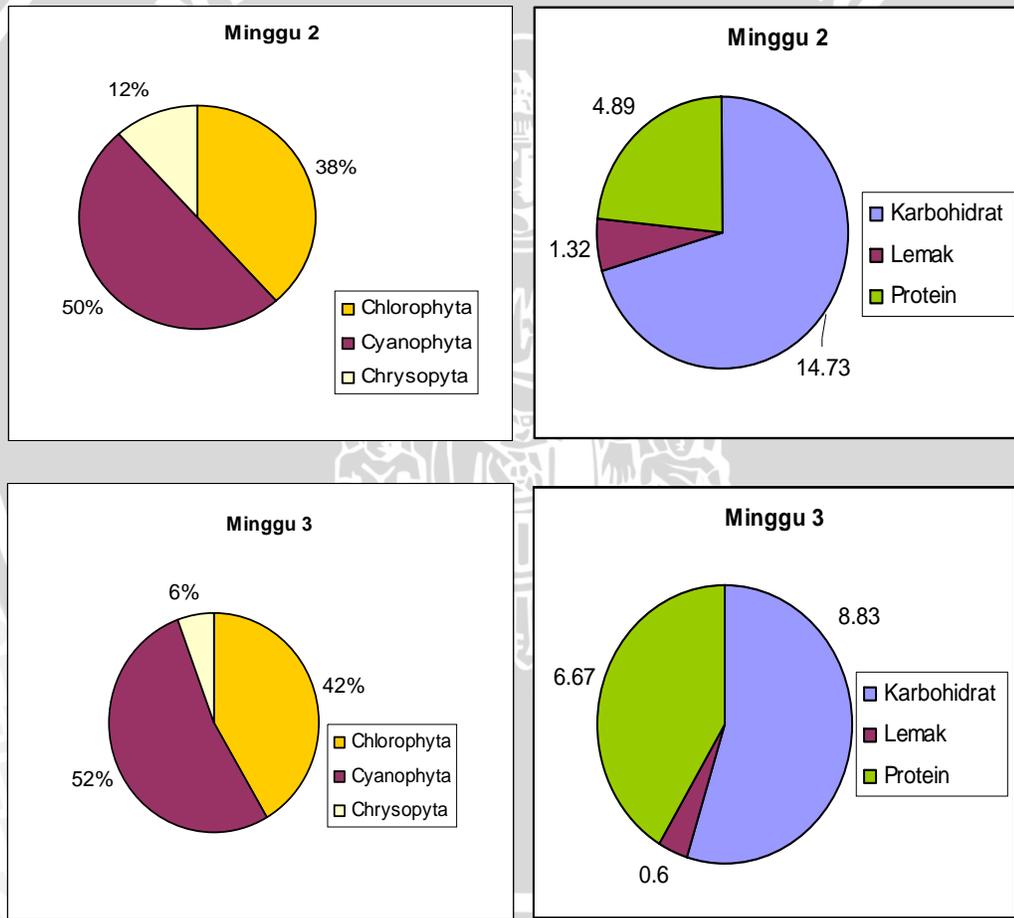
Pada stasiun IV, berdasarkan hasil kultur sampel air yang mengandung fitoplankton selama 7 hari dengan pengambilan sampel air tiap minggu selama 3 kali maka pada minggu pertama kelimpahan relatif fitoplankton tertinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 66 % dengan genus *Microcystis* yang paling mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat 0,37 %, lemak 0,33 % dan protein 1,95 %. Minggu kedua kelimpahan relatif paling tinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 50 % dengan genus *Microcystis* yang paling mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 14,73 %, lemak 1,32 % dan protein 4,89 %. Minggu ketiga kelimpahan relatif tertinggi dari filum *Cyanophyta* sebesar 52% dengan genus *Microcystis* yang paling mendominasi mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 8,83 %, lemak 0,60 % dan protein 6,67 %.



Gambar 17. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun IV Minggu 1

Gambar 17 tersebut menunjukkan tingginya persentase kandungan protein pada sampel air minggu pertama sebesar 1,95 % dan rendahnya persentase kandungan lemak yaitu 0,33 % sedangkan persentase kandungan karbohidratnya sebesar 0,37 %. Persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein fitoplankton pada sampel air

minggu pertama diduga disebabkan karena fitoplankton yang mendominasi hasil kultur fitoplankton tersebut. Fitoplankton yang mendominasi hasil kultur adalah dari genus *Microcystis* dan *Oscillatoria* dari filum *Cyanophyta*. Dimana filum *Cyanophyta* besar perannya dalam menyumbang kadar protein lebih besar dengan kemampuannya mengikat unsur N. Unsur N merupakan unsur utama dalam pembentukan protein hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Wirawan (1995), nitrogen adalah nutrisi yang sangat penting, hal ini karena nitrogen merupakan elemen yang diperlukan dalam struktur protein.



Gambar 18. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Stasiun IV Minggu 2 dan Minggu 3

Gambar 18, menunjukkan pada sampel air minggu kedua persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein dimana kandungan tertinggi adalah karbohidrat begitu juga dengan sampel air minggu ketiga. Kandungan karbohidrat untuk sampel air minggu kedua sebesar 14,73 % dan minggu ketiga sebesar 8,83 %. Persentase kandungan terendahnya adalah lemak untuk minggu kedua sebesar 1,32 % dan minggu ketiga sebesar 0,60 %. Sedangkan persentase kandungan protein pada minggu kedua sebesar 4,89 % dan minggu ketiga sebesar 6,67 %. Selain filum *Cyanophyta* yang mendominasi hasil kultur sehingga menyebabkan kandungan karbohidrat tinggi diduga persentase kelimpahan relatif untuk filum *Chlorophyta* juga ikut berperan.

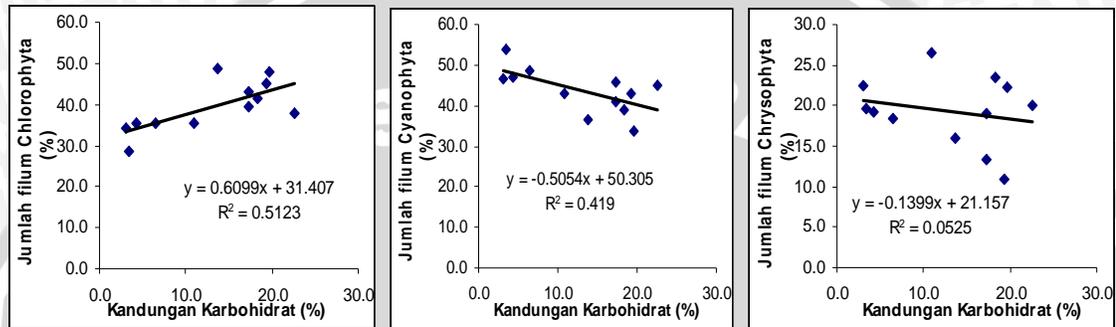
Tinggi dan rendahnya persentase kandungan karbohidrat, lemak dan protein pada stasiun IV minggu kedua dan ketiga ini diduga karena fitoplankton yang mendominasi hasil kultur sebelum dianalisa kandungannya. Fitoplankton yang mendominasi hasil kultur pada minggu kedua dan ketiga di stasiun IV ini hampir sama yaitu dominan genus *Microcystis* serta beberapa genus dalam filum *Cyanophyta* meskipun jumlahnya tidak terlalu banyak tetapi genus-genus tersebut juga memberikan tambahan untuk tingginya kandungan karbohidrat, lemak dan protein. Becker (1994) dalam Thomas (2008), menyatakan bahwa kandungan karbohidrat dalam setiap alga berbeda.

Tingginya kelimpahan relatif genus *Microcystis* dari filum *Cyanophyta* dari hasil kultur fitoplankton pada sampel air tiap minggu selama 7 hari diduga karena kemampuan bertahan hidup fitoplankton dari filum *Cyanophyta* sangat besar dimana kebanyakan filum ini lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang panas dan kering. Menurut Sachlan (1972), spora – spora *Cyanophyta* terkenal tahan panas / kering selain hal tersebut filum *Cyanophyta* juga mampu mengikat unsur N dari udara sehingga pada kondisi N rendah di perairan fitoplankton jenis ini akan tetap bisa hidup dengan baik.

4.4 Hubungan antara Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein dengan Filum Fitoplankton

4.4.1 Karbohidrat

Grafik hubungan antara kandungan karbohidrat fitoplankton hasil kultur selama 7 hari dengan jumlah kelimpahan fitoplankton untuk filum *Chlorophyta*, *Cyanophyta* dan *Chrysophyta* disajikan dalam gambar 19, grafik dibawah ini :

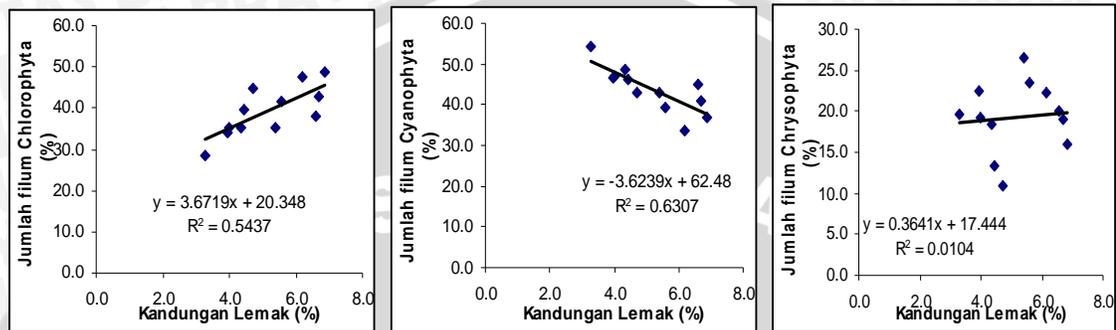


Gambar 19. Grafik Hubungan Kandungan Karbohidrat dengan Filum Fitoplankton

Grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi jumlah filum *Chlorophyta* maka semakin banyak karbohidrat yang dihasilkan dengan persamaan yang didapatkan adalah $Y = 0,6099x + 31,407$, semakin rendah kelimpahan filum *Cyanophyta* maka kandungan karbohidrat yang dihasilkan semakin banyak dengan persamaan yang didapatkan adalah $Y = 0,5054x + 50,305$, sedangkan untuk filum *Chrysophyta* maka semakin rendah kelimpahan filum *Chrysophyta* semakin banyak karbohidrat yang dihasilkan dengan persamaan yang didapat adalah $Y = 0,1399x + 21,157$. Berdasarkan ketiga grafik tersebut nilai R^2 yang paling tinggi adalah dari filum *Chlorophyta* sebesar 0,5123 maka dapat diketahui bahwa yang paling menentukan tingginya kandungan karbohidrat yang didapatkan dari fitoplankton hasil kultur adalah tingginya kelimpahan filum *Chlorophyta* yang mendominasi hasil kultur. Menurut Sachlan (1972), filum *Chlorophyta* mempunyai cadangan makanan dalam bentuk karbohidrat dan protein.

4.4.2 Lemak

Grafik hubungan antara kandungan lemak fitoplankton hasil kultur selama 7 hari dengan jumlah kelimpahan fitoplankton untuk filum *Chlorophyta*, *Cyanophyta* dan *Chrysophyta* disajikan dalam gambar 20, dibawah ini :

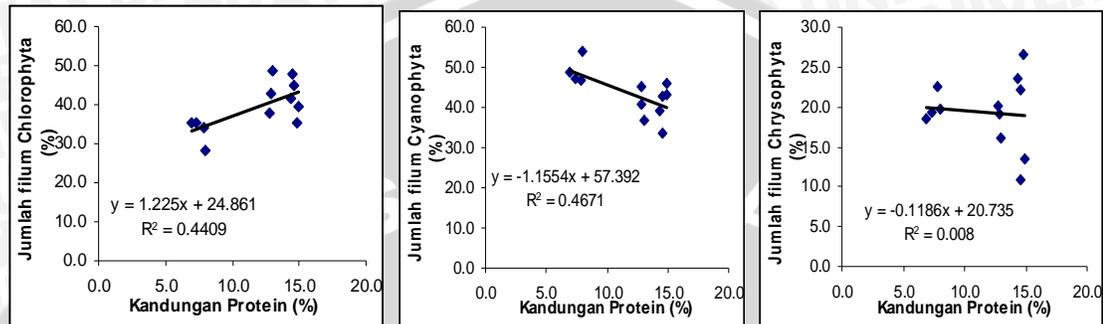


Gambar 20. Grafik Hubungan Kandungan Lemak dengan Filum Fitoplankton

Grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi jumlah filum *Chlorophyta* maka semakin banyak lemak yang dihasilkan, persamaan yang didapatkan adalah $Y = 3,6719x + 20,348$. Semakin rendah kelimpahan filum *Cyanophyta* maka kandungan lemak yang dihasilkan semakin banyak dengan persamaan yang didapatkan adalah $Y = 3,6239 + 62,48$, sedangkan untuk filum *Chrysophyta* maka semakin tinggi kelimpahan filum *Chrysophyta* semakin banyak lemak yang dihasilkan dengan persamaan yang didapat adalah $Y = 0,3641x + 17,44$. Berdasarkan ketiga grafik tersebut maka dapat diketahui nilai R^2 tertinggi dari grafik persamaan filum *Cyanophyta* sebesar 0,6307 maka dapat dikatakan bahwa yang menentukan tingginya kandungan lemak yang didapatkan dari fitoplankton hasil kultur adalah tingginya kelimpahan filum *Cyanophyta* yang mendominasi hasil kultur. Filum *Cyanophyta* memiliki cadangan makanan dalam bentuk lemak (Sachlan, 1972). Menurut Briggs (2004) dalam Saemufillah (2008), alga mengandung minyak lebih dari 50 % beratnya.

4.4.3 Protein

Grafik hubungan antara kandungan protein fitoplankton hasil kultur selama 7 hari dengan jumlah kelimpahan fitoplankton untuk filum *Chlorophyta*, *Cyanophyta* dan *Chrysophyta* disajikan dalam gambar 21, dibawah ini :



Gambar 21. Grafik Hubungan Kandungan Protein dengan Filum Fitoplankton

Grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi jumlah filum *Chlorophyta* maka semakin banyak protein yang dihasilkan dengan persamaan yang didapatkan adalah $Y = 1,225x + 24,861$, semakin rendah kelimpahan filum *Cyanophyta* maka kandungan protein yang dihasilkan semakin banyak dengan persamaan yang didapatkan adalah $Y = 0,1186x + 20,735$, sedangkan untuk filum *Chrysophyta* maka semakin rendah kelimpahan filum *Chrysophyta* semakin sedikit protein yang dihasilkan dengan persamaan yang didapat adalah $Y = 1,1554x + 57,392$. Berdasarkan persamaan ketiga grafik tersebut didapatkan nilai R^2 tertinggi dari filum *Chlorophyta* sebesar 0,4409 maka dapat diketahui bahwa yang menentukan tingginya kandungan protein yang didapatkan dari fitoplankton hasil kultur adalah tingginya kelimpahan filum *Chlorophyta* yang mendominasi hasil kultur. Menurut Sheehan dkk (1998) dalam Saemufillah (2008), ada 3 komponen zat utama yang terkandung dalam alga, yaitu (1) Karbohidrat, (2) protein, dan (3) *Triacylycerols*.

4.5 Analisa Kualitas Air

4.5.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya. Misalnya, algae dari filum *Chlorophyta* dan diatom akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut – turut $30^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$ dan $20^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$. Filum *Cyanophyta* lebih dapat bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Chlorophyta* dan diatom (Haslam, 1995 dalam Effendi, 2003).

Berdasarkan tabel kualitas air di lampiran 6 dapat dilihat bahwa temperatur perairan pada tiap stasiun cenderung konstan di tiap pengamatan perminggunya dan variasi perbedaan suhu di tiap stasiun tidak berbeda jauh yaitu berkisar antara $24^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$. Menurut Odum (1993), Walaupun variasi suhu dalam air tidak sebesar di udara, hal ini merupakan faktor pembatas utama karena organisme akuatik sering kali mempunyai toleransi yang sempit (stenotermal).

Suhu juga mempengaruhi kandungan lemak dalam alga. Suatu penelitian yang dengan kandungan lemak dalam alga, *Nannochloropsis* yang dikultur pada suhu budidaya 20°C , 25°C , 30°C mempunyai kandungan lemak berturut – turut adalah 36,2; 36,5; dan 28,6 mg/g berat.

Menurut Haslan (1995) dalam Effendi (2003), kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan fitoplankton adalah $20^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$. Suhu dengan kisaran $24^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$ pada perairan waduk Selorejo berarti dapat mendukung bagi pertumbuhan organisme perairan.

b. Kecerahan

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 (Subarjanti, 2000). Data pengukuran kecerahan waduk Selorejo pada tiap stasiun selama penelitian disajikan dalam tabel kualitas air pada lampiran 6.

Hasil pengukuran kecerahan di empat stasiun di Waduk Selorejo di dapatkan hasil bahwa nilai kecerahan rata – rata berkisar antara 0,32 – 0,55 cm dengan nilai kecerahan tertinggi terdapat pada stasiun III yaitu 0,55 cm pada pengamatan minggu pertama al tersebut dikarenakan pada stasiun III merupakan daerah antara outlet dan tengah dari waduk Selorejo sehingga cahaya matahari yang masuk kedalam perairan bisa optimal. Sedangkan nilai kecerahan terendah terdapat pada stasiun I 0,33 cm yaitu daerah inlet pertemuan antara sungai Pinjal dan sungai Konto. Kondisi perairan pada saat pengamatan tingkat kekeruhan tinggi disebabkan karena kedua aliran sungai tersebut keruh. Hal tersebut diduga karena tingginya partikel liat dan lempung yang terbawa aliran sungai tersebut yang berasal dari limpasan permukaan lahan disekitar aliran sungai (erosi).

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

Kecerahan yang paling baik untuk kehidupan organisme perairan berkisar antara 0,1 – 2,0 m. Hal ini sesuai dengan pernyataan Leentvaar (1980) dalam Subarijanti (1990), yang mengklasifikasikan perairan berdasarkan tingkat kecerahannya yaitu :

- Oligotrifik : 8 – 40 m
- Mesotropik : \pm 10 m
- Eutropik : 0,1 – 2,0 m

Berdasarkan klasifikasi di atas maka diketahui bahwa hasil pengukuran kecerahan di perairan Waduk Selorejo dapat dikatakan mempunyai nilai kecerahan termasuk ke dalam perairan yang mempunyai kesuburan yang sangat tinggi.

c. Warna Perairan

Warna dan kekeruhan mempengaruhi corak dan sifat optis dari suatu danau, juga menentukan transmisi cahaya perairan yang akhirnya mempengaruhi proses – proses biologis yang terjadi didalamnya (Subarijanti, 2000). Hasil pengukuran visual warna air selama penelitian di waduk Selorejo dapat disajikan dalam tabel kualitas air pada lampiran 6.

Berdasarkan data hasil pengukuran warna air di waduk Selorejo 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 (2000), warna hijau tua disebabkan oleh banyaknya alga biru, warna kuning – kuning atau coklat kuning disebabkan oleh banyaknya diatom atau humus.

4.5.2 Parameter Kimia

a. pH

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

Menurut Effendi (2003), 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 pada proses fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat.

Berdasarkan hasil pengamatan pH di perairan Waduk Selorejo mempunyai kisaran nilai pH yang cukup stabil yaitu antara 8 – 9. Menurut Effendi (2003), sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5. Menurut Effendi (2003), 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. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir bila pH rendah. Dengan demikian nilai pH pada kisaran antara 8 – 9 menunjukkan bahwa perairan Waduk Selorejo sangat mendukung untuk kehidupan biota perairan.

b. Nitrat

Nitrogen meskipun ditemukan dalam jumlah yang melimpah di lapisan atmosfer, akan tetapi nitrogen tidak dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup secara langsung (Dugan, 1997 dalam Effendi, 2003). Nitrogen harus mengalami fiksasi terlebih dahulu menjadi NH_3 , NH_4 dan NO_3 . Meskipun demikian bakteri *Azetobacter* dan *Clostridium* serta beberapa jenis algae hijau biru misalnya *Anabaena* dapat memanfaatkan gas N_2 secara langsung dari udara sebagai sumber nitrogen. Hasil pengukuran nitrat di perairan waduk Selorejo yang dilakukan selama penelitian pada tiap stasiun disajikan dalam table pada lampiran 6.

Berdasarkan tabel dapat dilihat bahwa kandungan nitrat di perairan berkisar antara 0,33 – 1,04 mg/l. Nilai kandungan nitrat tertinggi terletak pada stasiun I 1,04 mg/l yaitu inlet pertemuan antara sungai Konto dan sungai Pinjal dimana daerah tersebut mempunyai kandungan bahan anorganik tinggi yang berasal dari limbah rumah tangga dan pertanian yang terbawa bersama aliran kedua sungai tersebut.

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.

Sedangkan kandungan nitrat terendah terletak pada stasiun IV 0,33 mg/l yaitu daerah dekat pemukiman, dimana pada daerah tersebut meskipun dekat dengan pemukiman tetapi hanya beberapa pemukiman penduduk yang berada disekitar waduk saja yang dimungkinkan membuang limbah rumah tangga tersebut ke perairan.

Berdasarkan hasil pengamatan maka perairan waduk Selorejo dapat digolongkan dalam perairan oligotropik berdasarkan kandungan nitratnya. Menurut Volenweider (1969) dalam Wetzel (1975) dalam Effendi (2003), bahwa perairan oligotrofik mempunyai kadar nitrat antara 0 – 1 mg/l.

c. Fosfat

Tabel kualitas air pada lampiran 6, memperlihatkan bahwa kandungan fosfat di perairan paling tinggi terdapat pada stasiun I 0, 25 mg/l yaitu daerah inlet dimana daerah tersebut banyak mendapat masukan air yang telah dipengaruhi oleh kegiatan manusia misalnya limbah domestik dan limbah pertanian sehingga dapat meningkatkan kandungan fosfat dalam perairan waduk Selorejo.

Nilai fosfat terendah terdapat pada stasiun III sebesar 0, 11 mg/l yaitu daerah dekat outlet dimana daerah tersebut tidak terlalu mendapat pengaruh yang banyak dari perairan. Menurut Wirawan (1995), 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 Selorejo diduga dapat membantu dalam pembentukan karbohidrat. Menurut Richmond (2005), penipisan fosfat dalam perairan menyebabkan kandungan karbohidrat meningkat dalam sel eukariotik dan prokariotik. Berdasarkan kandungan fosfatnya maka perairan waduk Selorejo dapat digolongkan dalam perairan eutrofik. Menurut Wetzel (1975) dalam Effendi (2003), perairan yang mempunyai kadar fosfat antara 0,031 – 0,1 digolongkan dalam perairan eutrofik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Kandungan karbohidrat tertinggi sebesar 14,83 % pada stasiun II minggu 2 dengan filum yang mendominasi adalah *Cyanophyta*.
- Kandungan lemak tertinggi sebesar 1,36% pada stasiun I minggu 2 dengan filum yang mendominasi adalah *Chlorophyta*.
- Kandungan protein tertinggi sebesar 6,67% pada stasiun IV minggu 3 dengan filum yang mendominasi adalah *Cyanophyta*.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan kandungan karbohidrat, lemak dan protein lebih tinggi dengan lebih mengkultur fitoplankton tersebut sehingga bisa dimanfaatkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

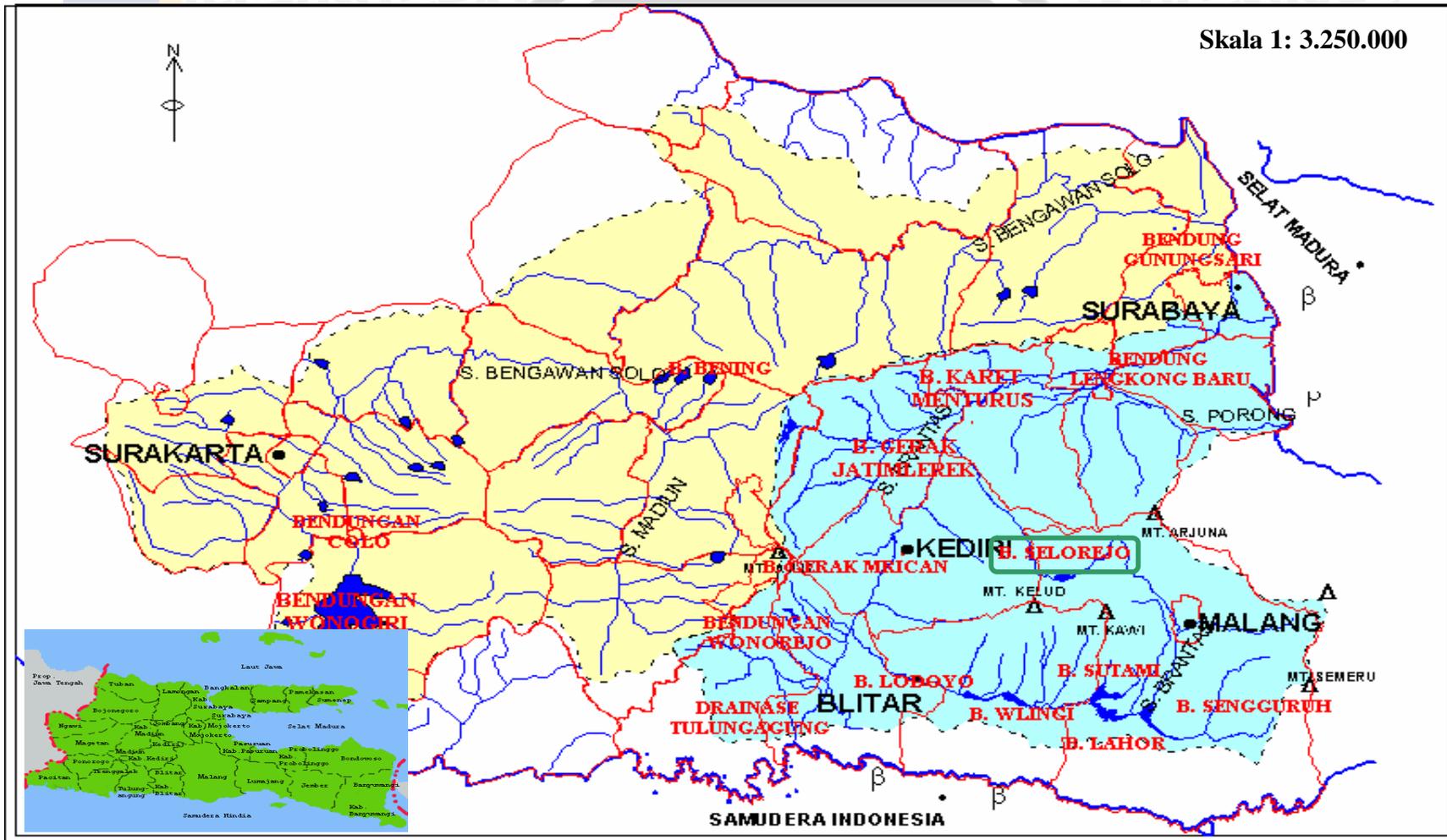
- Angka dan Suhartono, 2000. **About *Spirulina***. <http://www.multiply.com> 27 Februari 2008. 11.00 AM
- APHA, 1985. **Standart Method for Examination of Water and Wastewater**. Sixteens Edition. American Public. Washington
- Bloom, J.H, 1998. **Chemical and Physical Water Quality Analisis**. Nuffic Unibraw/LUW/Fish. Malang.
- Buwono, I. D, 2000. **Kebutuhan Asam Amino Esensial dalam Ransum Ikan**. Kanisius. Yogyakarta.
- Chilmawati, 2008. **Diktat Kuliah Aquakultur**. www.blogger.com 21 Juni 2008, 10.00 AM
- Cocarkin, C dan Agus B , 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.
- Firmansyah, M.R, 2002. **Hubungan Nitrat dan Orthophospat dengan Kuantitas Fitoplankton di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur**. Laporan Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang (tidak diterbitkan).
- Herawati, E.Y, 1989. **Diktat Kuliah Pengantar Planktonologi (Phytoplankton)**. Nuffic/Unibraw/Luw/Fish. Malang.
- Herawati, E.Y dan Kusriani, 2005. **Buku Ajar Planktonologi**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Ikrawan, Y. 2007. **About *Spirulina***. <http://www.pikiranrakyat.com>. 27 Februari 2008. 11.00 AM
- Irawan, D, 2007. **Mikroalga Dan Manfaat Antioksidan**. <http://www.waspada.co.id>. 28 Februari 2008. 11.25 AM

- Isnansetyo, Alim dan Kurniastuty, 1995. **Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton**. Kanisius. Yogyakarta.
- Murtijdo, B.A, 2001. **Pedoman Meramu Pakan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta.
- Nur, A dan Zaenal A, 2004. **Nutrisi dan Formulasi Pakan Ikan**. Depatemen Kelautan dan Perikanan Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara. Jepara.
- Nybakken, J.W, 1992. **Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Polunin, N, 1990. **Pengantar Geografi Tumbuhan**. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Prescott, G.W, 1970. **The Fresh Water Algae**. WM.C Brown Company. Publishers. Duebuque. Iowa. USA.
- Putra, S.E, 2006. **Alga Laut sebagai Biotarget Industri**. <http://www.en.wikipedia.org> 15 Maret 2008. 06.34 PM
- Rachmawati, K, 2003. **Upaya Memperkaya jaringan Lemak Sub Kutan Ayam dengan Asam Lemak Omega 3 Melalui Penggunaan *Chlorella* Sebagai Pakan Ayam Boiler**. <http://www.adln.lib.unair.ac.id> 28 Februari 2008. 11.25 AM
- Richmond, A, 2005. **Handbook of Microalgal Cultur : Biotechnology and Applied Phycology**. Blackwell Science. USA.
- Sachlan, 1972. **Planktonologi**. Dirjen Perikanan. Jakarta.
- Saefumillah, A. 2008. *Microalgae*. http://www.kompas.com/kompas_cetak/0305/28/opini/335086.htm 28 Juni 2008. 07.00 PM
- Saptarini, M. D, 2003. **Studi Komunitas Fitoplankton di Perairan Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang**. Laporan Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang (tidak diterbitkan).
- Sharma, O.P. 1986. **Texbook of Algae**. Departement of Botany. Meerut Collage. Meerut. Tata McGraw-Hill. Publishing Company Limiteded. New Delhi
- Sasmito, B.B, 2006. **Metode Alanisis Kimia Bahan Pangan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Subarijanti, H. U, 1990. **Diktat Kuliah Limnology**. LUW – UNIBRAW – FISH, Fish Project. Malang.

- , 2000. **Pemupukan dan Kesuburan Perairan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Suwara, 2008. **Anabolisme**. <http://www.free.vlsm.org> 21 Juni 2008, 10.00 AM.
- Uju dan Mita W, 2007. **Pengembangan Marine Biodiesel Dari Mikroalga Sebagai Sumber Energi Alternatif Potensial Masa Depan**. <http://www.hmk.brawijaya.ac.id> 15 Maret 2008. 07.00 AM
- Yulianti, A.B, 2004. **Respon Plankton Terhadap Aerasi dan Tingkat Nutrisi Pada Proses Eutrofikasi di Kolam – kolam Percobaan**. <http://digilib.bi.itb.ac.id> 21 Juni 2008, 10.00 AM
- Wiadnyana, N.N, 2002. **Mikroalga Berbahaya di Perairan Indonesia**. <http://www.bioline.org.bar/> .27 Februari 2008. 11.15 AM
- Winarno, F.G, 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wirawan, I, 1995. **Limnology**. Jurusan Perikanan Universitas DR Soetomo. Surabaya

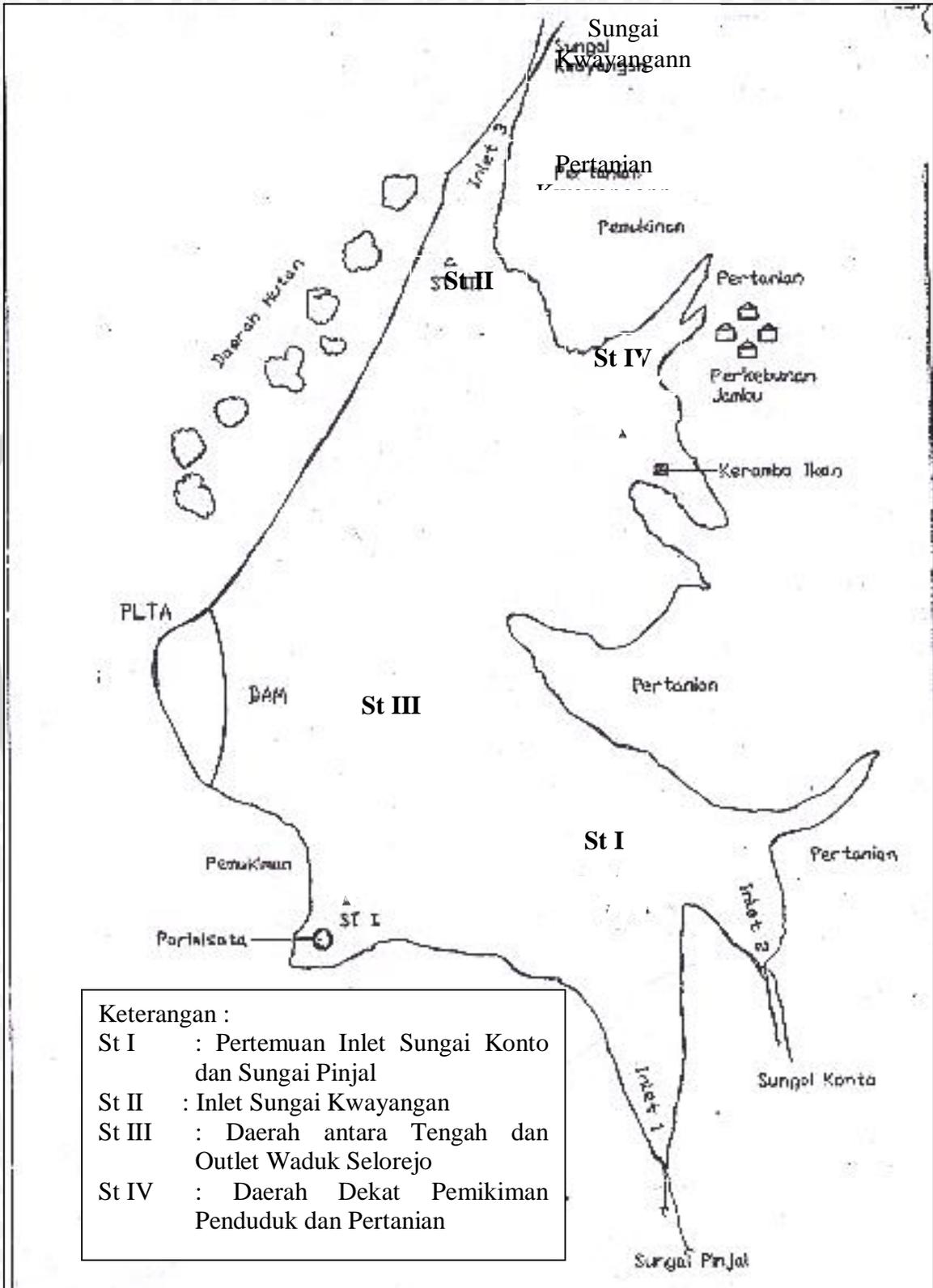


Lampiran 1. Peta Lokasi Waduk Selorejo



Keterangan : = Lokasi Pengambilan Sampel

Lampiran 2. Denah Stasiun Pengambilan Sampel di Waduk Selorejo



Lampiran 3. Kelimpahan Relatif Fitoplankton di Waduk Selorejo (%)

Jenis	Minggu 1				Minggu 2				Minggu 3			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Chlorophyta												
Ankistrodemus	0	4.76	0	13.33	0	2.86	27.5	0	0	0	0	0
Chlorella	5.88	7.14	17.74	6.67	0	0	0	0	17.65	0	20.83	25
Chlorteriopsis	14.71	47.62	19.35	6.67	0	8.57	15	25	23.51	21.74	8.33	12.55
Chlorosarkinopsis	0	0	4.84	0	0	0	0	0	0	21.74	20.83	12.55
Pedistrum	2.94	0	1.61	0	0	17.14	7.5	0	5.88	21.74	0	0
SUS TOTAL	23.53	59.52	43.54	26.67	0	28.57	50	25	47.04	65.22	49.99	50.1
Cyanophyta												
Anabaena	0	4.76	1.61	0	0	0	5	0	2.94	0	0	0
Merismopedia	0	0	0	13.33	0	5.71	10	25	0	0	8.33	0
Mikrocystis	23.53	23.81	30.64	0	57.14	45.71	27.5	50	20.59	21.74	0	12.5
Oscillatoria	0	2.38	3.22	6.67	14.28	0	2.5	0	0	0	4.17	0
SUB TOTAL	23.53	30.95	35.47	20	71.42	51.42	45	75	23.53	21.74	12.5	12.5
Chrysopyta												
Cyclotella	8.82	0	1.61	6.67	0	0	0	0	11.76	0	20.83	0
Fragillaria	2.94	4.76	4.84	33.33	0	2.86	0	0	0	0	0	12.5
Navicula	0	0	11.29	6.67	0	0	0	0	14.7	0	4.17	0
Suriella	35.29	2.38	3.22	0	28.57	17.14	2.5	0	0	13.04	0	12.5
SUB TOTAL	47.05	7.14	20.96	46.67	28.57	20	2.5	0	26.46	13.04	25	25
Phyropyta												
Ceratium	5.88	2.38	0	6.67	0	0	2.5	0	2.94	0	12.5	12.5
SUB TOTAL	5.88	2.38	0	6.67	0	0	2.5	0	2.94	0	12.5	12.5
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Lampiran 4. Kelimpahan Relatif Rata – rata Fitoplankton di Waduk Selorejo (%)

Phyllum	Minggu 1				Minggu 2				Minggu 3			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Chlorophyta	23.53	59.52	43.54	26.67	0	28.57	50	25	47.04	65.22	49.99	50
Cyanophyta	23.53	30.95	35.47	20	71.42	51.42	45	75	23.53	21.74	12.5	12.5
Chrysopyta	47.05	7.14	20.96	46.67	28.57	20	2.5	0	26.46	13.04	25	25
Phyropyta	5.88	2.38	0	6.66	0	0	2.5	0	2.94	0	12.5	12.5
TOTAL	99.99	99.99	99.97	100	99.99	99.99	100	100	99.97	100	99.99	100

Kelimpahan Rata – rata Fitoplankton di Waduk Selorejo (ind/ml)

Minggu	Stasiun			
	I	II	III	IV
Minggu 1	510	60	930	225
Minggu 2	105	525	600	120
Minggu 3	510	345	360	120
Total	1125	1500	1890	465

Lampiran 5. Kelimpahan Total Fitoplankton di Waduk Selorejo (Ind/ml)

Jenis	Minggu 1				Minggu II				Minggu III			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Chlorophyta												
Ankistrodemus	0	30	0	30	0	15	165	0	0	0	0	0
Chlorella	30	45	165	15	0	0	0	0	90	0	75	30
Chlorteriopsis	75	300	180	15	0	45	90	30	120	75	30	15
Chlorosarkinopsis	0	0	45	0	0	0	0	0	0	75	75	15
Pedistrum	15	0	15	0	0	90	45	0	30	75	0	0
SUS TOTAL	120	375	405	60	0	150	300	30	240	225	180	60
Cyanophyta												
Anabaena	0	30	15	0	0	0	30	0	15	0	0	0
Merismopedia	0	0	0	30	0	30	60	30	0	0	30	0
Mikrocystis	120	150	285	0	60	240	165	60	105	75	0	15
Oscillatoria	0	15	30	15	15	0	15	0	0	0	15	0
SUB TOTAL	120	165	315	45	75	270	240	90	105	75	45	15
Chrysopyta												
Cyclotella	45	0	15	15	0	0	0	0	60	0	75	0
Fragillaria	15	30	45	75	0	15	0	0	0	0	0	15
Navicula	0	0	105	15	0	0	0	0	75	0	15	0
Suriella	180	15	30	0	30	90	15	0	0	45	0	15
SUB TOTAL	240	45	195	105	30	105	15	0	135	45	90	30
Phyrophyta												
Ceratium	30	15	0	15	0	0	15	0	15	0	45	15
SUB TOTAL	30	15	0	15	0	0	15	0	15	0	45	15
TOTAL	510	630	930	225	105	525	600	120	510	345	360	120

Lampiran 6. Tabel Data Kualitas Air Waduk Selorejo

- Fisika**

Kualitas Air	Minggu 1				Minggu 2				Minggu 3			
	St I	St II	St III	St IV	St I	St II	St III	St IV	St I	St II	St III	St IV
Suhu (⁰ C)	24	26	25	24	25	25	25	24	24	25	26	25
Kecarahan (cm)	35	50	51	48	32	48	49	46	34	51	55	50
Warna Air	Coklat keruh	Hijau	Hijau	Hijau	Coklat keruh	Hijau	Hijau	Hijau	Ciklat keruh	Hijau	Hijau	Hijau

- Kimia**

Kualitas Air	Minggu 1				Minggu 2				Minggu 3			
	St I	St II	St III	St IV	St I	St II	St III	St IV	St I	St II	St III	St IV
pH	9	8	8	8	9	9	8	8	8	8	9	8
Nitrat (mg/l)	1,04	0,41	0,59	0,33	0,77	0,52	0,66	0,41	0,69	0,54	0,95	0,55
Fosfat (mg/l)	0,25	0,16	0,12	0,55	0,14	0,18	0,14	0,14	0,15	0,12	0,09	0,12

Lampiran 7. Tabel Data Kelimpahan Total Fitoplankton Hasil Kultur Selama 7 Hari (ind/ml)

Jenis	Minggu I				Minggu II				Minggu III			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Chlorophyta												
Ankistrodemus	0	748	0	0	748	748	748	1496	0	748	0	748
Chlorella	7480	5984	5984	4488	7480	12716	13464	6732	8976	12716	5236	5984
Chlorteriopsis	1496	0	1496	748	748	1496	1496	748	748	0	2244	1496
Chlorosarkinopsis	748	748	0	0	1496	2244	748	748	748	1496	0	0
Pediastrum	0	0	0	748	0	0	0	0	0	0	0	0
SUS TOTAL	9724	7480	7480	5984	10472	17204	16456	9724	10472	14960	7480	8228
Cyanophyta												
Anabaena	1496	2244	2244	1496	2992	748	0	1496	1496	1496	748	748
Merismopedia	748	1496	1496	748	0	2244	1496	1496	0	0	748	1496
Mikrocystis	5236	8228	8976	9724	11220	5236	6732	8228	7480	5236	8228	8228
Oscillatoria	1496	748	748	5236	2244	1496	2244	748	748	1496	1496	0
SUB TOTAL	8976	12716	13464	17204	16456	9724	10472	11968	9724	8228	11220	10472
Chrysopyta												
Cyclotella	2244	1496	748	1496	1496	748	748	1496	0	748	1496	0
Fragillaria	0	748	1496	0	748	1496	748	0	748	748	748	748
Navicula	0	0	0	748	748	1496	748	748	0	0	748	748
Suriella	0	0	1496	748	748	748	0	748	0	748	748	0
SUB TOTAL	2244	2244	3740	2992	3740	4488	2244	2992	748	2244	3740	1496
Phyrophyta												
Ceratium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUB TOTAL	0											
TOTAL	20944	22440	24684	26180	30668	31416	29172	24684	20944	25432	22440	20196

Lampiran 8. Tabel Data Kelimpahan Relatif (%) Fitoplankton Hasil Kultur Selama 7 Hari

Jenis	Minggu I				Minggu II				Minggu III			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Chlorophyta												
Ankistrodemus	2.4	3.3	0.0	0.0	0.0	2.4	2.6	5.8	0	4	0	3.7
Chlorella	24.4	26.7	23.0	17.1	35.7	40.5	46.2	26.4	42.9	32	23.3	29.6
Chlorteriopsis	2.0	0.0	5.9	2.9	7.1	4.8	5.1	2.9	3.6	0	10.0	7.4
Chlorosarkinopsis	4.9	3.3	2.9	0.0	3.6	7.1	2.6	2.9	3.6	8	0.0	0.0
Pediastrum	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
SUS TOTAL	33.7	33.3	31.8	22.8	46.4	54.8	56.5	38.0	50.0	44	33.3	40.7
Cyanophyta												
Anabaena	9.8	10.0	8.8	5.7	7.1	2.4	0.0	5.9	7.1	8	3.3	3.7
Merismopedia	0.0	6.7	5.9	2.9	3.6	7.1	5.1	5.9	0.0	0	3.3	7.4
Mikrocystis	36.6	36.7	35.3	37.1	25.0	16.7	23.1	32.4	35.7	24	33.3	40.7
Oscillatoria	7.3	3.3	2.9	20.0	7.1	4.8	7.7	5.9	3.6	8	6.7	0.0
SUB TOTAL	53.6	56.7	52.9	65.7	42.9	31.0	35.9	50.1	46.4	40	46.6	51.8
Chrysopyta												
Cyclotella	4.9	6.7	2.9	5.7	10.7	2.4	2.6	5.9	0.0	8	6.7	0.0
Fragillaria	2.0	3.3	5.9	0.0	0.0	4.8	2.6	0.0	3.6	4	6.7	2.7
Navicula	2.0	0.0	0.0	2.9	0.0	4.8	2.6	2.9	0.0	0	3.3	2.7
Suriella	2.0	0.0	5.9	2.9	0.0	2.4	0.0	2.9	0.0	4	3.3	0.0
SUB TOTAL	10.9	10.0	14.7	11.4	10.7	14.3	7.7	11.8	3.6	16	20.0	5.4
Phyropyta												
Ceratium	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0
SUB TOTAL	0.0	0	0	0	0.0	0.0						
TOTAL	100	100	100	100								

Lampiran 9. Persentase Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Hasil Kultur Selama 7 Hari (%)

Stasiun I	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3
Karbohidrat	0.58	8.87	10.99
Lemak	0.49	1.36	0.68
Protein	1.64	4.96	6.33

Stasiun II	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3
Karbohidrat	1.26	11.34	9.91
Lemak	0.58	1.16	0.95
Protein	1.46	6.31	6.14

Stasiun III	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3
Karbohidrat	0.3	5.68	3.58
Lemak	0.48	1.43	0.89
Protein	1.87	5.07	6.59

Stasiun IV	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3
Karbohidrat	0.37	14.73	8.83
Lemak	0.33	1.32	0.6
Protein	1.95	4.89	6.67

Lampiran 10. Data Kualitas Air Rata – rata Kultur Fitoplankton

Minggu	Stasiun	Kualitas Air	
		Suhu (⁰ C)	pH
1	I	25	8
	II	26	9
	III	26	8
	IV	25	8
2	I	26	9
	II	26	8
	III	25	9
	IV	26	9
3	I	25	8
	II	25	8
	III	25	9
	IV	26	8

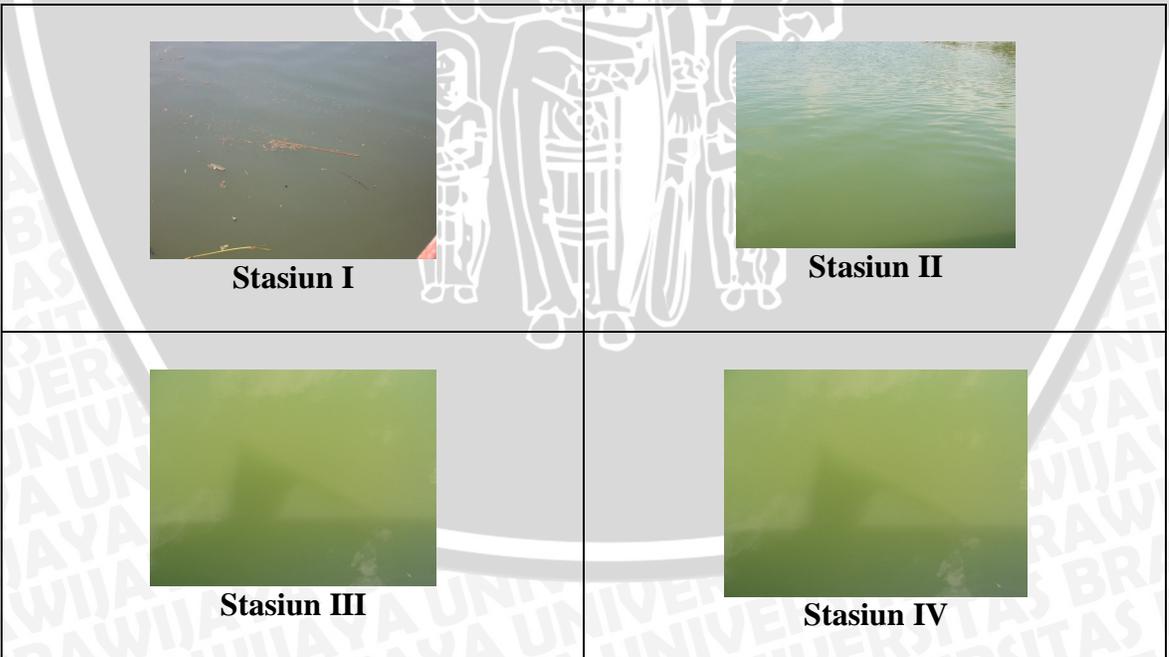


Lampiran 11. Gambar Warna Perairan Waduk Selorejo

Minggu 1



Minggu 2



Lampiran11. (Lanjutan)

Minggu 3



Stasiun I



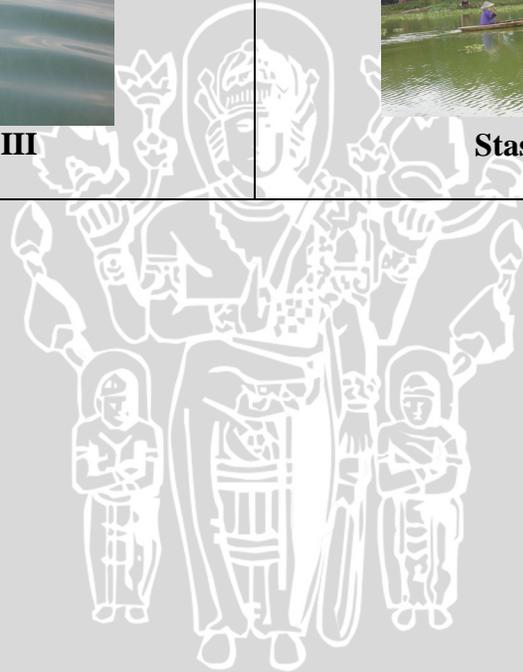
Stasiun II



Stasiun III



Stasiun IV

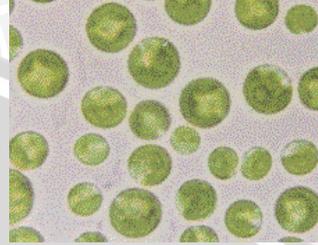


Lampiran 12. Gambar Fitoplankton yang ditemukan di Waduk Selorejo

Filum Chlorophyta



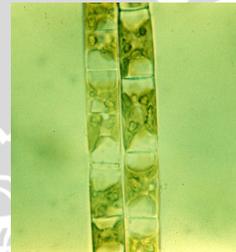
10x perbesaran
Canon 7 Mega Pixel



400x
www.Google.co.id
Chlorella

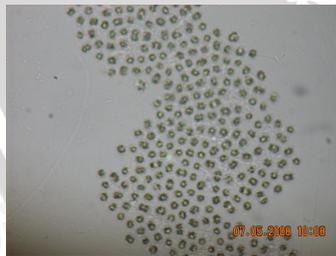


10x perbesaran
Canon 7 Mega Pixel



400x
www.Google.co.id
Ulothrix

Filum Cyanophyta



10x perbesaran
Canon 7 Mega Pixel



400x
www.Google.co.id
Microcystis

Lampiran 12. (lanjutan)

Filum Cyanophyta



10x perbesaran
Canon 7 Mega Pixel

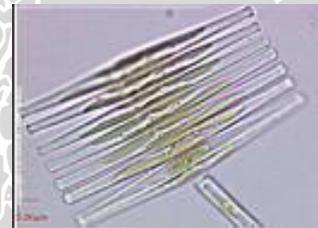


400x
www.Google.co.id
Anabaena

Filum Chrysophyta



10x perbesaran
Canon 7 Mega Pixel



400x
www.Google.co.id
Fragillaria



10x perbesaran
Canon 7 Mega Pixel



400x
www.Google.co.id
Cyclotella

Lampiran 13. Hasil Analisa Kandungan Karbohidrat, Lemak dan Protein Fitoplankton Hasil Kultur



LABORATORIUM PENGUJIAN MUTU DAN KEAMANAN PANGAN
(TESTING LABORATORY OF FOOD QUALITY AND FOOD SAFETY)
JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN - UNIVERSITAS BRAWIJAYA
Jl. Veteran, Malang 65145, Telp./Fax. (0341) 569214
E-mail : lpmpk-thpbrawijaya@yahoo.com

KEPADA : Wilasti Restika
TO FPi - UNIBRAW
Malang

LAPORAN HASIL UJI REPORT OF ANALYSIS

Nomor / Number : 1570/THP/LAB/2007
Nomor Analisis / Analysis Number : 1570
Tanggal penerbitan / Date of issue : 16 Juni 2008

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian
The undersigned ratifies that examination

Dari contoh / of the sample (s) of : Fitoplankton
Untuk analisis / For analysis : Kimia
Keterangan contoh / Description of sample :
Diambil dari / Taken from : -
Oleh / By : -
Tanggal penerimaan contoh / Received : 02 Juni 2008
Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis : 03 Juni 2008

Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows :

Kode	Protein (%)	Lemak (%)	Abu (%)	Air (%)	Karbohidrat (%)
ST I B	4,96	1,35	23,43	61,49	8,77
ST II B	6,31	1,16	26,53	54,66	11,34
ST III B	5,07	1,43	20,31	67,51	5,68
ST IV B	4,89	1,32	15,48	63,58	14,73
ST I C	6,33	0,68	27,53	54,47	10,99
ST II C	6,14	0,95	25,10	57,90	9,91
ST III C	6,59	0,89	34,10	54,84	3,58
ST IV C	6,67	0,60	25,05	58,85	8,83

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK CONTOH-CONTOH TERSEBUT DI ATAS. PENGAMBIL CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN TANDING BARANG

Ketua,

Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.Sc.
NIP. 131 794 244

Lampiran 13. (Lanjutan)



LABORATORIUM PENGUJIAN MUTU DAN KEAMANAN PANGAN
(TESTING LABORATORY OF FOOD QUALITY AND FOOD SAFETY)
JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN - UNIVERSITAS BRAWIJAYA
 Jl. Veteran, Malang 65145, Telp./Fax. (0341) 569214
 E-mail : lpmkp-thpbrawijaya@yahoo.com

KEPADA : Wilastri Restika
TO FPI - UNIBRAW
Malang

LAPORAN HASIL UJI
REPORT OF ANALYSIS

Nomor / Number : 1541/THP/LAB/2008
 Nomor Analisis / Analysis Number : 1541
 Tanggal penerbitan / Date of issue : 26 Mei 2008

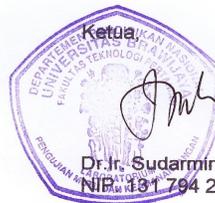
Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian
The undersigned ratifies that examination

Dari contoh / of the sample (s) : Fitoplankton
 Untuk analisis / For analysis : Kimia
 Keterangan contoh / Description of sample :
 Diambil dari / Taken from : -
 Oleh / By : -
 Tanggal penerimaan contoh / Received : 06 Mei 2008
 Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis : 07 Mei 2008

Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows :

Kode	Protein (%)	Lemak (%)	Air (%)	Abu (%)	Karbohidrat (%)
ST I	1,64	0,49	91,91	5,38	0,58
ST II	1,46	0,58	90,88	5,82	1,26
ST III	1,87	0,48	92,29	8,06	0,30
ST IV	1,95	0,33	95,03	2,32	0,37

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK
 CONTOH-CONTOH TERSEBUT DI ATAS. PENGAMBIL
 CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN
 TANDING BARANG



Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.Sc.
 NIP. 131 794 244