

**ANALISIS KLOROFIL-A SEBAGAI PENDUGA TINGKAT KESUBURAN
PERAIRAN DAN POTENSI PERIKANAN DI WADUK BENING
KECAMATAN SARADAN KABUPATEN MADIUN**

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

Oleh:

**BAGUS PUJI WAHYU P.A.
NIM. 115080100111032**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



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

**ANALISIS KLOROFIL-A SEBAGAI PENDUGA TINGKAT KESUBURAN
PERAIRAN DAN POTENSI PERIKANAN DI WADUK BENING
KECAMATAN SARADAN KABUPATEN MADIUN**

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

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

Oleh:

**BAGUS PUJI WAHYU P.A.
NIM. 115080100111032**



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

SKRIPSI

**ANALISIS KLOORIFIL-A SEBAGAI PENDUGAAN TINGKAT KESUBURAN
PERAIRAN DAN POTENSI PERIKANAN DI WADUK BENING
KECAMATAN SARADAN KABUPATEN MADIUN**

Oleh:

**BAGUS PUJI WAHYU P.A.
NIM. 115080100111032**

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 4 Desember 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No.:

Tanggal:

Dosen Penguji I

**(Ir. Kusriani, MP)
NIP. 19560417 198403 2 001
Tanggal:**

Dosen Penguji II

**(Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc)
NIP. 19790331 200501 1 003
Tanggal:**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**

**(Ir. Putut Widjanarko, MP)
NIP. 19540101 198303 1 006
Tanggal:**

Dosen Pembimbing II

**(Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si)
NIP. 19610303 198602 2 001
Tanggal:**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan**

**(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP: 19620805 198603 2 001
Tanggal:**

SKRIPSI

**ANALISIS KLOOROFIL-A SEBAGAI PENDUGAAN TINGKAT KESUBURAN
PERAIRAN DAN POTENSI PERIKANAN DI WADUK BENING
KECAMATAN SARADAN KABUPATEN MADIUN**

Oleh:

**BAGUS PUJI WAHYU P.A.
NIM. 115080100111032**

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 4 Desember 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No.:
Tanggal:

Dosen Penguji I



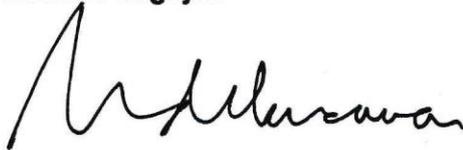
(Ir. Kusriani, MP)
NIP. 19560417 198403 2 001
Tanggal: 16 DEC 2015

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



(Ir. Putut Widjanarko, MP)
NIP. 19540101 198303 1 006
Tanggal: 16 DEC 2015

Dosen Penguji II



(Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc)
NIP. 19790331 200501 1 003
Tanggal: 16 DEC 2015

Dosen Pembimbing II



(Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si)
NIP. 19610303 198602 2 001
Tanggal: 16 DEC 2015

Mengetahui,
Ketua Jurusan



(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP: 19620805 198603 2 001
Tanggal: 16 DEC 2015

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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



Malang, 9 Nopember 2015

Mahasiswa

Bagus Puji Wahyu P.A.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmad dan ridho-Nya bagi penulis sehingga penulis merasakan anugrah yang tak terhingga.
2. Bapak, Ibu dan Saudara di rumah yang senantiasa mendoakan penulis agar memudahkan segala urusannya.
3. Bapak Ir. Putut Widjanarko, MS selaku dosen pembimbing I dan Ibu Dr.Ir. Umi Zakiyah, Msi selaku dosen pembimbing II, yang dengan sabar mengarahkan dan membimbing penulis dengan selalu menyediakan waktu di tengah kesibukannya sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan ini.
4. Bapak Sony dan Bapak Prianto di PT. ASA I Jasa Tirta Waduk Bening Kecamatan Saradan Kabupaten Madiun yang telah memperbolehkan penulis untuk melaksanakan penelitian.
5. Sahabat penelitian terbaik saudara Wahyudian Djoko Widodo yang senantiasa direpotkan saat penelitian.
6. Dan pihak – pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Malang, 9 Nopember 2015

Bagus Puji Wahyu P.A.

RINGKASAN

BAGUS PUJI WAHYU P.A., Analisis Klorofil-a Sebagai Penduga Tingkat Kesuburan Perairan dan Potensi Perikanan di Waduk Bening Kecamatan Saradan Kabupaten Madiun (dibawah bimbingan **Ir. Putut Widjanarko,MP.** dan **Dr. Ir. Umi Zakiyah, MSi**)

Waduk merupakan salah satu perairan umum buatan (*artificial water-bodies*), yang dibentuk dengan cara membendung badan sungai tertentu. Waduk menerima masukan air secara terus-menerus dari sungai yang mengalirinya. Fotosintesis dilakukan oleh produsen primer dengan memanfaatkan zat-zat anorganik sebagai nutrisi dan mengubahnya menjadi bahan organik (glukosa). Produktivitas primer adalah laju produksi karbon organik per satuan waktu yang merupakan hasil dari penyerapan energi matahari oleh tumbuhan hijau. Untuk mengetahui nilai produktivitas primer di suatu perairan dapat diukur dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan mengukur klorofil-a. Salah satu pigmen yang dimiliki dan digunakan fitoplankton untuk melakukan proses fotosintesis disebut klorofil-a.

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah untuk mendapatkan gambaran mengenai kandungan klorofil-a yang dapat digunakan untuk menduga tingkat kesuburan waduk dan untuk mengetahui nilai produktivitas primer yang dapat digunakan untuk menghitung nilai potensi ikan yang dapat didukung oleh perairan waduk tersebut. Materi yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah klorofil-a dengan parameter pendukung meliputi parameter biologi yaitu komposisi dan kelimpahan fitoplankton di waduk, parameter fisika yaitu suhu dan kecerahan, serta parameter kimia yaitu pH, oksigen terlarut (DO), CO₂, nitrat dan ortofosfat.

Hasil dari penelitian ini adalah nilai klorofil-a antara 7,616 – 22,848 mg/m³. Nilai indeks status trofik Carlson 1977 berdasarkan nilai klorofil-a berkisar antara 50,5 – 61,15 yang termasuk kedalam kategori eutrofik. Hasil perhitungan produktivitas primer didapatkan nilai 2,883 – 5,636 g C/m³/hari. Berdasarkan dari hasil produktivitas primer yang didapatkan maka nilai estimasi produksi ikan di Waduk Bening, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun adalah sebesar 1.368,85 ton ikan / tahun.. Pada waduk ditemukan fitoplankton dari divisi Chlorophyta sebanyak 14 genus, divisi Chrysophyta sebanyak 3 genus, divisi Cyanophyta sebanyak 7 genus dan divisi Dynophyta sebanyak 2 genus. Hasil pengukuran kualitas air pada waduk, parameter fisika; suhu berkisar antara 28° C – 30° C, kecerahan berkisar antara 73 – 73,5 cm. Parameter kimia; pH memiliki nilai 8, oksigen terlarut (DO) berkisar antara 3,55 – 9,46 mg/L, karbondioksida bebas (CO₂) berkisar antara 7,99 – 13,98 mg/L, kadar nitrat (NO₃) berkisar antara: 0,198 – 0,978 mg/L, kadar ortofosfat berkisar antara 0,014 – 0,043 mg/L.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmad dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Analisis Klorofil-A Sebagai Penduga Tingkat Kesuburan Perairan Dan Potensi Perikanan di Waduk Bening Kecamatan Saradan Kabupaten Madiun”. Penyusunan laporan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna, dengan segala kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu besar harapan penulis untuk kritik dan saran yang bersifat membangun demi terwujudnya pencapaian hasil yang lebih sempurna kelak di kemudian hari. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 9 Nopember 2015

Bagus Puji Wahyu P.A.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Kegunaan	5
1.5 Tempat dan Waktu	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Waduk	7
2.2 Status Trofik Waduk	8
2.3 Produktivitas Primer Perairan	9
2.4 Klorofil – a	10
2.5 Indeks Status Trofik (TSI/ <i>Trophic State Index</i>)	11
2.6 Daya Dukung Lingkungan	12
2.7 Pendugaan Potensi Perikanan	13
2.8 Parameter Kualitas Air	14
2.8.1 Parameter Fisika	14
A. Suhu	14
B. Kecerahan	15
2.8.2 Parameter Kimia	16
A. Derajat Keasaman (pH)	16
B. Oksigen Terlarut (DO)	17
C. Karbondioksida Bebas (CO ₂)	18
D. Nitrat (NO ₃)	19
E. Ortofosfat (PO ₄)	19
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	21
3.1 Materi Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21



3.3 Penetapan Stasiun	21
3.4 Metode Penelitian.....	22
3.5 Sumber Data	23
A. Data Primer	23
B. Data Sekunder	24
3.6 Teknik Pengambilan Sampel	24
3.6.1 Parameter Biologi	24
A. Pengukuran Klorofil-a	24
B. Pengambilan Sampel Fitoplankton	25
C. Identifikasi Fitoplankton	26
D. Kelimpahan Ftoplankton	26
E. Kelimpahan Relatif	27
F. Indeks Keragaman (H')	28
3.6.2 Parameter Fisika	28
A. Suhu	28
B. Kecerahan	29
3.6.3 Parameter Kimia	29
A. PH	29
B. Oksigen Terlarut (DO).....	29
C. Karbondioksida Bebas (CO ₂).....	30
D. Nitrat (NO ₃).....	31
E. Ortofosfat (PO ₄).....	31
3.7 Analisis Data	32
3.7.1 Pendugaan Status Trofik Perairan	32
3.7.2 Produktivitas Primer	33
3.7.3 Pendugaan Potensi Ikan dengan Pendekatan Produktivitas Primer	33
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Keadaan Waduk Bening.....	35
4.1.1 Lokasi Geografis Waduk Bening	35
4.1.2 Latar Belakang Waduk Bening	35
4.1.3 Manfaat Waduk Bening	36
4.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan	36
4.2.1 Stasiun 1 (Masukan dari Sungai Petung dan Sungai Setren)	37
4.2.2 Stasiun 2 (Daerah Pemancingan)	37
4.2.3 Stasiun 3 (Masukan dari Sungai Jurang Kendil)	37
4.2.4 Stasiun 4 (Daerah Tengah Waduk)	38
4.2.5 Stasiun 5 (Daerah Outlet/ Pintu Bendungan)	38
4.3 Hasil Pengukuran Klorofil-a	39
4.4 Hasil Perhitungan Status Trofik Perairan	40
4.5 Hasil Perhitungan Produktivitas Primer	41
4.6 Pendugaan Potensi Ikan dengan Pendekatan Produktivitas Primer	42
4.7 Struktur Komunitas Fitoplankton	43
4.7.1 Komposisi Fitoplankton	43

4.7.2 Kelimpahan Fitoplankton	46
4.7.3 Kelimpahan Relatif	48
4.7.4 Indeks Keragaman (H')	49
4.8 Analisis Kualitas Air	50
4.8.1 Parameter Fisika	51
A. Suhu	51
B. Kecerahan	52
4.8.2 Parameter Kimia	52
A. PH	52
B. Oksigen Terlarut (DO).....	53
C. Karbondioksida Bebas (CO_2)	54
D. Nitrat (NO_3)	55
E. Ortofosfat (PO_4)	56
5. KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	64



DAFTAR TABEL

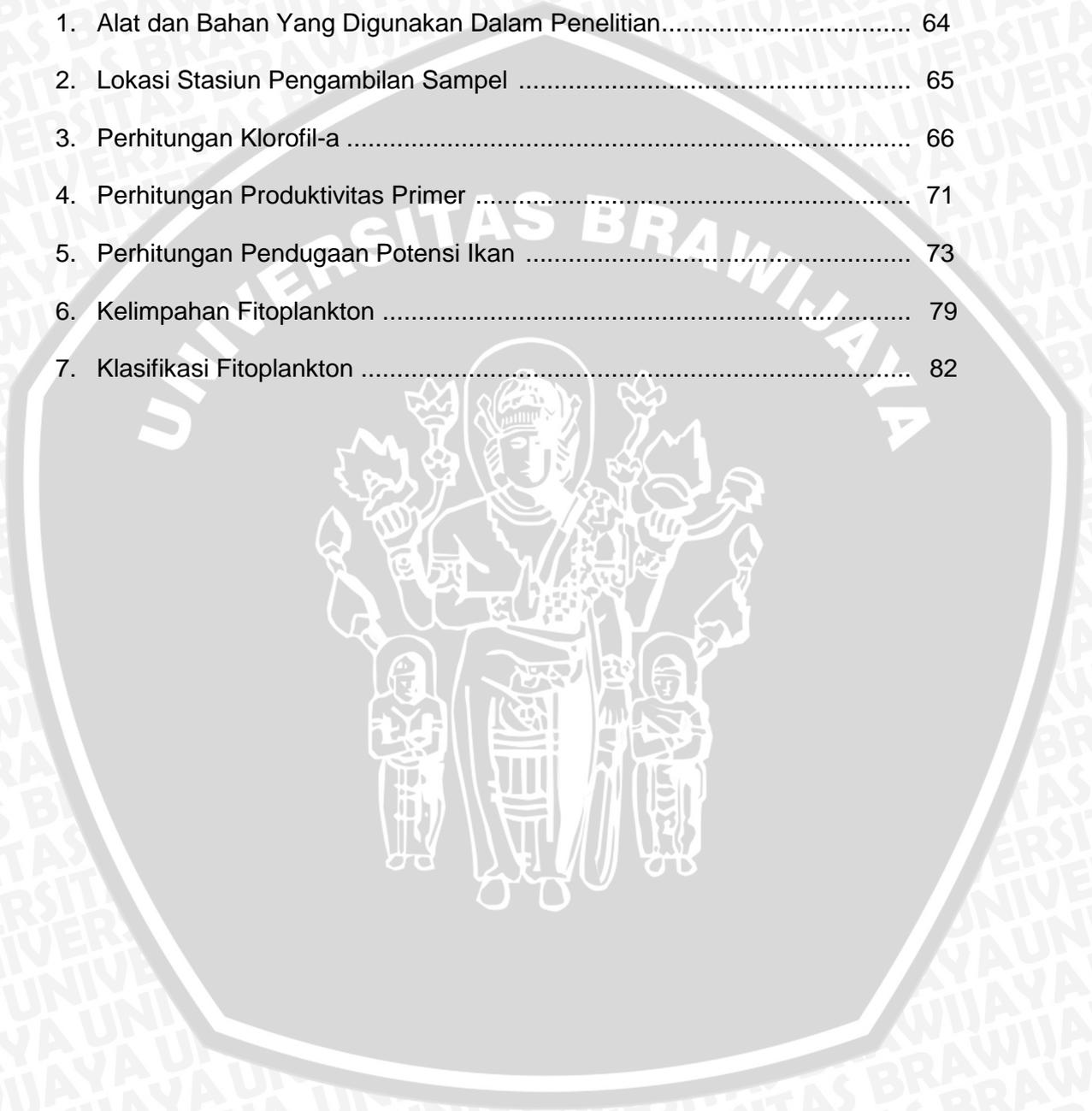
Tabel	Halaman
1. Indeks Trofik Carlson (1977)	12
2. Konversi Produktivitas Primer kedalam Bentuk Ikan	33
3. Hasil Pengukuran Klorofil-a	39
4. Hasil Perhitungan Indeks Status Trofik	40
5. Hasil Perhitungan Produktivitas Primer	41
6. Hasil Perhitungan Pendugaan Potensi Ikan	43
7. Spesies Fitoplankton yang Didapatkan Selama Penelitian	44
8. Hasil Kelimpahan Fitoplankton Selama Tiga Kali Pengulangan	46
9. Hasil Indeks Keragaman Fitoplankton Selama Tiga Kali Pengulangan .	49
10. Hasil Pengukuran Suhu	51
11. Hasil Pengukuran Kecerahan	52
12. Hasil Pengukuran PH	53
13. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (DO).....	53
14. Hasil Pengukuran Karbondioksida Bebas (CO ₂)	54
15. Hasil Pengukuran Nitrat (NO ₃)	55
16. Hasil Pengukuran Ortofosfat (PO ₄)	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Penelitian	4
2. Lokasi Stasiun Pengambilan Sampel	22
3. Stasiun 1 (Masukan dari Sungai Petung dan Sungai Setren)	37
4. Stasiun 2 (Daerah Pemancingan)	37
5. Stasiun 3 (Masukan dari Sungai Jurang Kendil)	37
6. Stasiun 4 (Daerah Tengah Waduk)	38
7. Stasiun 5 (Daerah Outlet/ Pintu Bendungan)	38
8. Grafik Kelimpahan Relatif Fitoplankton Selama 3 Minggu Pengamatan ...	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	64
2. Lokasi Stasiun Pengambilan Sampel	65
3. Perhitungan Klorofil-a	66
4. Perhitungan Produktivitas Primer	71
5. Perhitungan Pendugaan Potensi Ikan	73
6. Kelimpahan Fitoplankton	79
7. Klasifikasi Fitoplankton	82



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan merupakan media hidup bagi organisme akuatik, yang didalamnya terdapat ekosistem yang saling berkaitan satu sama lain. Ekosistem perairan terutama sumberdaya hayati dapat menjadi potensi perikanan yang lebih potensial jika dibandingkan dengan sumberdaya alam yang ada di darat. Pengelolaan sumberdaya perairan menjadi sangat penting untuk dikembangkan karena sumberdaya perairan sebagai sumberdaya hayati pengganti dari lahan daratan yang digenangi. Oleh karena itu kelestarian ekosistem perairan sangat perlu dijaga (Krismono, 1995 dalam Rahmawaty, 2002). Ekosistem perairan tawar secara umum dibagi menjadi dua yaitu yang pertama adalah perairan mengalir (*lotic water*) yang dicirikan dengan adanya arus yang terus menerus dengan kecepatan bervariasi, contohnya sungai, kali, kanal dan parit. Yang kedua adalah perairan menggenangi (*lentic water*) yang tidak terdapat arus, sehingga arus bukanlah faktor pembatas utama biota hidup didalamnya, contohnya waduk, danau, kolam, telaga, situ dan rawa (Barus, 2001).

Waduk merupakan salah satu perairan umum buatan (*artificial water-bodies*), yang dibentuk dengan cara membendung badan sungai tertentu (Wiadnya, 1994). Waduk menerima masukan air secara terus-menerus dari sungai yang mengalirinya. Air sungai ini membawa bahan organik dan anorganik, selain itu juga sisa pupuk dari kegiatan pertanian dan perkebunan yang menyebabkan pengkayaan nutrisi sehingga mempengaruhi komunitas fitoplankton dan produktivitas primer perairan waduk, dan selanjutnya akan mempengaruhi potensi perikanan yang ada pada waduk (Apridayanti, 2008). Dari sudut ekologi, waduk merupakan ekosistem yang terdiri dari unsur air, kehidupan akuatik dan daratan yang dipengaruhi oleh tinggi rendahnya muka air, sehingga

waduk akan mempengaruhi iklim, dan keseimbangan ekosistem di sekitarnya. Waduk berperan sebagai *reservoir* yang airnya dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti pembangkit listrik, irigasi, perikanan, sumber air baku, pengendali banjir, dan sumber air tanah (Haeruman, 1999). Berdasarkan dari fungsi penggunaannya dikenal tiga jenis waduk yaitu waduk lapangan (*field reservoir*), waduk irigasi (*irrigation reservoir*) dan waduk serbaguna (*multipurpose reservoir*) (Suwignyo, 1990).

Fotosintesis dilakukan oleh produsen primer dengan memanfaatkan zat-zat anorganik sebagai nutrisi dan mengubahnya menjadi bahan organik (glukosa) (Odum, 1971 dalam Sunarto, 2003). Proses fotosintesis merupakan reaksi berantai yang amat panjang dan kompleks. Proses ini tidak dapat dilakukan secara *in-vitro* dengan menggunakan larutan klorofil ataupun dengan menggunakan *chloroplast* yang telah diisolir dari sel. Proses tersebut hanya berlangsung di dalam sel hidup yang mengandung klorofil (Riyono, 2007). Organisme *autotrof* utama adalah fitoplankton atau dikenal dengan istilah alga dan juga makrofita (tumbuhan tingkat tinggi). Kelompok organisme ini memiliki karakteristik dengan adanya pigmen fotosintesis, salah satunya yaitu klorofil (Asriyana dan Yuliana, 2012). Fitoplankton merupakan organisme penting di perairan karena dengan klorofil, fitoplankton berfungsi sebagai produsen primer perairan yang melakukan proses fotosintesis (Nybakken, 1992).

Produktivitas primer adalah laju produksi karbon organik per satuan waktu yang merupakan hasil dari penyerapan energi matahari oleh tumbuhan hijau (Odum, 1993 dalam Pitoyo, 2002). Faktor utama dalam proses produktivitas primer yaitu meliputi cahaya matahari yang merupakan sumber energi utama dalam proses fotosintesis, unsur hara dan kelimpahan jenis plankton. Ketiga faktor tersebut saling mempengaruhi satu sama lain, apabila salah satu faktor sedikit ditemukan maka kandungan produktivitas primer di perairan akan rendah

(Asmara, 2005). Untuk mengetahui nilai produktivitas primer di suatu perairan dapat diukur dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan mengukur klorofil-a. Salah satu pigmen yang dimiliki dan digunakan fitoplankton untuk melakukan proses fotosintesis disebut klorofil-a (Prianto, *et al.*, 2013).

Organisme perairan sangat bergantung pada faktor – faktor yang ada di lingkungan, baik faktor biotik maupun abiotik. Faktor biotik adalah faktor yang meliputi organisme-organisme yang hidup di habitat perairan tersebut. Faktor abiotik meliputi faktor iklim, fisika dan kimia. Faktor fisika diperairan meliputi suhu, dan kecerahan, sedangkan faktor kimia meliputi pH, kadar oksigen terlarut, alkalinitas, COD, BOD, alkalinitas dan zat organik terlarut (Suin, 2002). Kualitas perairan dapat dikatakan sebagai semua variabel yang mempengaruhi ekosistem yang ada di perairan tersebut, diantaranya yaitu parameter fisika, parameter kimia dan parameter biologi. Parameter fisika meliputi suhu, kecerahan dan intensitas cahaya matahari. Parameter kimia meliputi pH, kandungan mineral yang terlarut, nitrat, fosfat dan total bahan organik (TOM). Parameter biologi salah satunya meliputi struktur komunitas plankton (Barnes, 1991).

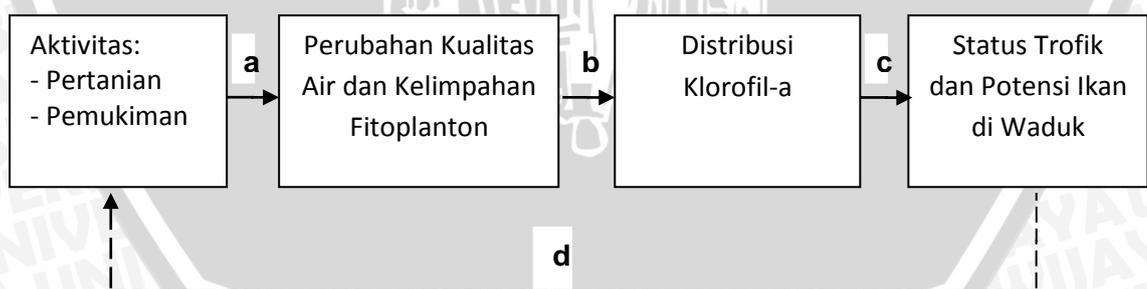
Estimasi potensi produksi ikan sangat penting dilakukan untuk optimasi pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya ikan di suatu badan air agar tetap lestari (Bramick, 2002 dalam Purnomo, *et. al*, 2013). Potensi perikanan merupakan suatu kekuatan yang dimiliki oleh perairan untuk memproduksi sumberdaya perikanan pada satuan waktu tertentu. Berbagai potensi yang terdapat di perairan secara umum yaitu potensi sumberdaya yang dapat pulih dan tidak dapat pulih. Potensi sumberdaya ikan merupakan potensi sumber daya yang dapat pulih, namun upaya pemanfaatannya baik secara penangkapan ataupun budidaya juga harus memperhatikan tingkat produksinya supaya tidak terjadi penipisan sumberdaya, terutama di perairan menggenang yaitu waduk. Oleh karena itu kelestarian ekosistem perairan waduk sangat perlu dijaga

(Dahuri, *et al.* 1997 dalam Junaidi 2010). Tujuan dari pengelolaan perikanan di waduk adalah mempertahankan tingkat produktivitas yang optimum dan melestarikan lingkungan sumberdaya perikanan (Rahmawaty, 2002).

Bendungan atau Waduk Bening terletak di perbatasan Kabupaten Madiun dan Kabupaten Nganjuk, tepatnya dusun Petung, desa Pajaran, Kecamatan Sadaran, 40 km ke arah timur dari Kota Madiun (www.eastjava.com, 2012). Selain berfungsi sebagai bendungan untuk keperluan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), penyedia pasokan air untuk irigasi dan pengendali banjir, waduk ini juga digunakan masyarakat sekitar untuk mencukupi kebutuhan hidup sehari – hari dari hasil tangkapan ikan yang diperoleh dari waduk. Kegiatan pertanian dan pemukiman penduduk disekitar waduk menambah pasokan limbah organik dan anorganik kedalam aliran sungai yang masuk ke waduk. Sehingga dapat memicu perubahan kualitas air dan tingkat kesuburan perairan yang berpengaruh pada daya dukung waduk dan potensi ikan yang ada di waduk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari keterangan diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Keterangan:

- a. Aktivitas manusia disekitar waduk meliputi pertanian dan pemukiman memberi masukan limbah anorganik dan organik yang dapat mengakibatkan perubahan kualitas air dan struktur komunitas fitoplankton di waduk.
- b. Perubahan kualitas air baik secara fisika, kimia dan biologi mempengaruhi distribusi klorofil-a dan tingkat kesuburan perairan di waduk.
- c. Klorofil-a dapat digunakan sebagai penentu status trofik perairan dan penduga potensi ikan yang ada di waduk.
- d. Informasi mengenai kualitas air baik secara biologi, fisika dan kimia, serta pendugaan tingkat kesuburan perairan dapat digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan sumberdaya perairan melalui pengendalian aktivitas manusia di sekitar waduk.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran mengenai kandungan klorofil-a yang dapat digunakan untuk menduga tingkat kesuburan waduk dan untuk mengetahui nilai produktivitas primer yang dapat digunakan untuk menghitung nilai potensi ikan yang dapat didukung oleh perairan waduk tersebut.

1.4 Kegunaan Penelitian

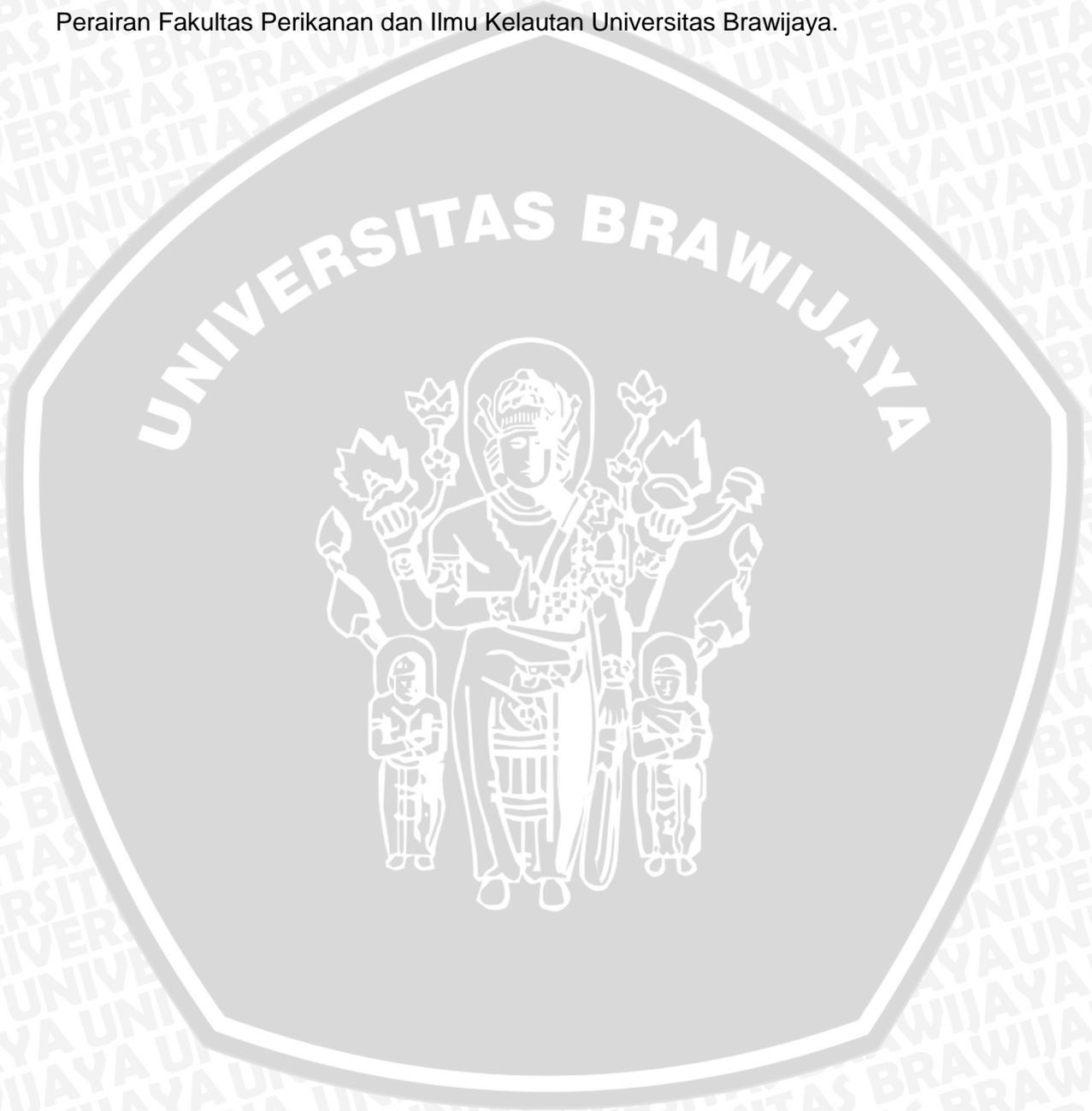
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan informasi mengenai kandungan klorofil-a yang ada di Waduk Bening untuk kemudian digunakan dalam menentukan tingkat kesuburan perairan dan produktivitas primer waduk tersebut, serta untuk mengukur nilai potensi ikan yang dapat didukung oleh waduk tersebut.



1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Waduk Bening, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, Provinsi Jawa Timur pada bulan Juni sampai bulan Juli 2015.

Pengukuran kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waduk

Pembuatan bendungan atau waduk merupakan salah satu metode penyediaan sumberdaya air untuk memenuhi ketersediaan air (Munir, 2003). Waduk adalah perairan berhenti atau menggenang yang terjadi karena dibuat oleh manusia dengan cara membendung sungai, kemudian airnya disimpan. Pembuatan waduk pada umumnya bertujuan untuk sumber air minum, PLTA, pengendali banjir, pengembangan perikanan darat, irigasi dan pariwisata. Waduk dengan fungsi demikian disebut sebagai waduk serba guna (Ewusie, 1990).

Waduk adalah daerah yang digenangi badan air sepanjang tahun serta dibentuk atau dibangun atas rekayasa manusia (Kordi dan Tancung, 2007). Dari sudut ekologi, waduk merupakan ekosistem yang terdiri dari unsur air, kehidupan akuatik dan daratan yang dipengaruhi oleh tinggi rendahnya permukaan air, sehingga waduk akan mempengaruhi iklim, dan keseimbangan ekosistem di sekitarnya. Waduk berperan sebagai *reservoir* yang airnya dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti pembangkit listrik, irigasi, perikanan, sumber air baku, pengendali banjir, dan sumber air tanah (Haeruman, 1999).

Waduk merupakan ekosistem perairan terbuka, artinya pengaruh dari luar tidak bisa diatur karena siapa saja bisa memanfaatkan perairan tersebut dan pengaruh dari daerah sekitarnya sangat besar. Waduk mempunyai karakteristik yang berbeda dengan badan air lainnya. Waduk menerima masukan air secara terus-menerus dari air sungai yang mengairinya. Air sungai ini tentu saja mengandung bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat menyuburkan

perairan yang mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (Subarijanti, 1990). Menurut Subarijanti (1990), yang menjadi ciri - ciri dari perairan waduk yaitu:

- | | |
|---|--------------------|
| a. Tepian waduk (slope) | : curam dan landai |
| b. Kedalaman | : 30-100 m |
| c. <i>Draw-down (water level fluctuation)</i> | : 5-25 m |
| d. Pinggiran | : banyak teluk |
| e. Pergantian air | : sering dan penuh |

2.2 Status Tropik Waduk

Ekosistem perairan terdiri dari sebagian besar organisme dengan jenis yang berbeda yang bergantung pada proses fiksasi cahaya menjadi senyawa yang mengandung karbon yang dihasilkan proses fotosintesis tumbuhan hijau, dan selanjutnya menjadi bagian siklus yang kompleks dari jaring-jaring rantai makanan (Barnes, 1980). Kebanyakan danau dan waduk memperoleh energi dasar utama berupa bahan organik terutama dari produksi ganggang, makrofita dan perifiton (Pomeroy, 1980).

Perairan waduk pada awal terbentuknya mempunyai tingkat kesuburan rendah (oligotrofik). Seiring dengan berjalannya waktu, maka tingkat kesuburan perairan akan berubah menjadi mesotrofik dan hingga akhirnya akan menjadi eutrofik (Henderson-Seller dan Markland 1987). Tingkat kesuburan perairan waduk akan menentukan pola pengelolaannya. Perairan waduk yang terlalu subur dapat menurunkan produksi perikanan serta menimbulkan perkembangan gulma air yang sangat cepat (Purnomo *et al*, 1993).

Status trofik waduk dan danau terutama dipengaruhi oleh kelimpahan dan komposisi populasi fitoplankton. Fitoplankton yang berukuran kecil mendominasi disaat ketersediaan nutrisi rendah, sedangkan fitoplankton berukuran besar menjadi dominan pada danau yang lebih eutrofik (Kemka *et al*, 2006). Status trofik waduk dapat diketahui dari hasil produktivitas primer perairan waduk

tersebut. Produktivitas perairan dapat dijadikan sebagai indikator apakah perairan tersebut bersifat produktif atau tidak. Di dalam perairan, produktivitas primer dapat menggambarkan bahwa suatu perairan produktif dapat menghasilkan biomassa tumbuhan yang di dalamnya termasuk oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis (Hariyadi, *et al.* 1992).

2.3 Produktivitas Primer Perairan

Produktivitas primer adalah laju produksi karbon organik yang merupakan hasil penangkapan energi matahari oleh tumbuhan hijau untuk diubah menjadi energi kimia melalui fotosintesis (Pitoyo, 2002). Energi yang diperlukan agar ekosistem perairan dapat berfungsi hampir seluruhnya bergantung pada aktivitas fotosintesis tumbuhan yang salah satunya adalah fitoplankton. Fotosintesis hanya dapat berlangsung bila intensitas cahaya yang sampai ke sel alga lebih besar daripada suatu intensitas tertentu (Nybakken, 1992 *dalam* Sinurat, 2009). Jumlah energi yang diperoleh tergantung pada periode penyinaran, kualitas serta kuantitas. Waktu penyinaran yang berbeda dapat memberikan hasil produktivitas yang berbeda pula (Yuliana, 2006).

Fitoplankton berperan sebagai salah satu parameter ekologi yang dapat menggambarkan kondisi kualitas perairan. Fitoplankton merupakan dasar produsen primer dari mata rantai makanan di perairan (Dawes, 1981). Fitoplankton di perairan berada pada zona permukaan perairan dimana cahaya matahari dapat masuk ke perairan karena fitoplankton termasuk dalam golongan fototaksis positif yaitu mempunyai ketertarikan terhadap cahaya (Sachlan, 1972).

Faktor utama dalam proses produktivitas primer yaitu meliputi cahaya matahari yang merupakan sumber energi utama dalam proses fotosintesis, unsur hara dan kelimpahan jenis plankton. Ketiga faktor tersebut saling mempengaruhi satu sama lain, apabila salah satu faktor sedikit ditemukan maka kandungan



produktivitas primer di perairan akan rendah (Asmara, 2005). Fitoplankton sebagai tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil melakukan reaksi fotosintesis dimana air dan karbondioksida dengan adanya cahaya matahari dan garam-garam hara dapat menghasilkan senyawa organik seperti karbohidrat. Karena kemampuan membentuk zat organik dari zat anorganik ini maka fitoplankton disebut sebagai produsen primer atau *primary producer* (Nontji, 1993). Untuk mengklasifikasikan status trofik danau dapat menggunakan konsentrasi dari klorofil-a, total fosfor dan kecerahan perairan (*secchi depth*) (Mason, 2002).

2.4 Klorofil – a

Tumbuhan air seperti fitoplankton di perairan melakukan proses fotosintesis dengan menggunakan pigmen yang ada di tubuhnya yang dinamakan klorofil. Klorofil merupakan suatu pigmen aktif yang dimiliki oleh tumbuhan yang digunakan untuk melakukan proses fotosintesis (Prezelin, 1981). Klorofil-a merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam menentukan produktivitas perairan. Jika kandungan klorofil-a di dalam perairan tinggi maka dapat diartikan bahwa produktivitas primer yang ada di perairan tersebut tinggi pula sehingga akan mengindikasikan di perairan tersebut keanekaragaman jenis yang ada semakin tinggi juga (Riyono, *et al.*, 2006).

Klorofil-a dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari. Tinggi rendahnya nilai konsentrasi klorofil-a tergantung pada kondisi geografis perairan itu sendiri. Parameter fisika dan kimia yang dapat mempengaruhi dan mengontrol sebaran klorofil-a yaitu intensitas cahaya matahari dan nutrisi (Sitorus, 2008). Klorofil dapat diukur dengan memanfaatkan sifatnya yang dapat berpijar bila dirangsang dengan panjang gelombang cahaya tertentu atau mengekstraksi klorofil dari

tumbuhan dengan menggunakan aseton untuk menghitung produktivitas primernya (Sihombing, *et. al.* 2013).

2.5 Indeks Status Trofik (TSI / *Trophic State Index*)

Status trofik didefinisikan sebagai berat total bahan organik yang hidup (biomassa) dalam suatu perairan di lokasi dan waktu tertentu (Carlson, 1977).

Status trofik dipahami sebagai respon biologis terhadap penambahan nutrisi.

TSI merupakan dasar penentuan status trofik (kesuburan perairan) dengan menggunakan biomassa alga (Carlson, 1977). TSI adalah indeks yang

sederhana karena membutuhkan data yang sedikit dan umumnya mudah dipahami. Pendugaan biomassa alga dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap tiga parameter, yaitu klorofil-a, kedalaman *secchi* dan total fosfat. Nilai TSI berkisar dari 0-100 (Carlson, 1977).

Penggandaan biomassa alga ditunjukkan dengan pengurangan nilai kedalaman *secchi* (Carlson, 1977). Total fosfat juga akan mengurangi nilai kedalaman *secchi*. Peningkatan total fosfat akan mempengaruhi pertumbuhan biomassa alga. Pendugaan biomassa alga dapat dilihat dari kandungan klorofil (Carlson, 1977). Status kesuburan perairan dapat diketahui dengan metode Carlson *Trophic State Index* (TSI). Analisis TSI dilakukan dengan menguji beberapa variabel, yaitu fisika, kimia, dan biologi yang meliputi angka kecerahan, kandungan total fosfor, dan kandungan klorofil-a. Penentuan ketiga parameter tersebut berdasarkan adanya keterkaitan yang erat dari masing-masing parameter, unsur pencemaran yang masuk ke perairan danau yang berupa fosfat akan menyebabkan terjadinya pertumbuhan fitoplankton di perairan tersebut yang ditandai dengan konsentrasi klorofil-a. Akibat lebih lanjut dengan adanya kandungan klorofil-a tersebut akan menyebabkan terhambatnya cahaya yang

masuk ke dalam kolom perairan danau yang ditandai makin pendeknya kecerahan perairan (Suryono *et al.* 2010). Cara menentukan skor *Thropic State Index* (TSI) ini adalah dengan menghitung menggunakan rumus pada Carlson (1977) berdasarkan pada kadar klorofil-a yang telah diperoleh sebelumnya. Hasil perhitungan tadi disesuaikan dengan kategori yang ada pada indeks Carlson (1977).

Tabel 1. Kategori Status Trofik Berdasarkan pada Indeks Carlson (1977)

Skor / Score	Status Trofik / Thropic State	Keterangan / Remarks
<30	Ultraoligotrofik	Kesuburan perairan sangat rendah. Air jernih, konsentrasi oksigen terlarut tinggi sepanjang tahun dan mencapai zona hypolimnion
30-40	Oligotrofik	Kesuburan perairan rendah. Air jernih, dimungkinkan adanya pembatasan anoksik pada zona hypolimnetik secara periodik (DO=0)
40-50	Mesotrofik	Kesuburan perairan sedang. Kecerahan air sedang, peningkatan perubahan sifat anoksik di zona hypolimnetik, secara estetika masih mendukung untuk kegiatan olahraga air
50-60	Eutrofik Ringan	Kesuburan perairan tinggi. Penurunan kecerahan air, zona hipolimnetik bersifat anoksik, terjadi masalah tanaman air, hanya ikan-ikan yang mampu hidup di air hangat, mendukung kegiatan olahraga air tetapi perlu penanganan
60-70	Eutrofik Sedang	Kesuburan perairan tinggi. Didominasi oleh alga hijau-biru, terjadi penggumpalan, masalah tanaman air sudah ekstensif
70-80	Eutrofik Berat	Kesuburan perairan tinggi. Terjadi <i>blooming algae</i> berat, tanaman air membentuk lapisan seperti kondisi hypereutrofik
>80	Hypereutrofik	Kesuburan perairan tinggi. Terjadi gumpalan alga, sering terjadi kematian ikan, tanaman air sedikit didominasi oleh alga

Sumber: Carlson (1977) dalam Utomo *et. al.* (2011)

2.6 Daya Dukung Lingkungan

Daya dukung merupakan populasi organisme akuatik yang akan ditunjang oleh suatu kawasan/areal atau volume perairan yang ditentukan tanpa

mengalami penurunan mutu (deteriorasi) (Turner, 1988). Daya dukung adalah kuantitas maksimum ikan yang dapat didukung oleh suatu badan air selama jangka waktu panjang (Kenchington dan Hudson, 1984). Daya dukung perairan dapat diketahui dengan menggunakan analisis produktivitas primer di perairan tersebut. Hasil dari analisis produktivitas primer tersebut kemudian digunakan untuk mengetahui kapasitas perairan memproduksi ikan. Penentuan nilai produktivitas primer ini dimulai dari pengukuran klorofil-a yang kemudian ditransformasikan dalam bentuk produktivitas primer dengan persamaan $PP = 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61}$ (Beveridge, 1984). Kualitas air menentukan kapasitas produksi, konsentrasi oksigen terlarut dan amonia digunakan untuk menentukan batas secara biologis terhadap produksi, yang diambarkan sebagai bobot ikan per unit aliran air (Westers dan Pratt, 1977 *dalam* Meade, 1989).

Pendugaan potensi sumberdaya perikanan didasarkan pada daya dukung lingkungan terhadap biota ikan. Daya dukung diartikan sebagai kapasitas suatu lingkungan perairan untuk mendukung sejumlah bobot biomassa ikan untuk dapat hidup dan tumbuh secara optimal dan berkelanjutan dalam suatu lingkungan perairan yang telah ditetapkan memenuhi persyaratan bioteknis bagi kegiatan budidaya (Rachmansyah, 2004). Definisi atau pengertian lain dari daya dukung lingkungan adalah penggunaan suatu sistem yang dapat mendukung beban ikan di perairan yang dinyatakan dalam persamaan *pound* ikan per kaki kubik air (lb/ft^3) (Piper, et. al, 1982 *dalam* Meade, 1989).

2.7 Pendugaan Potensi Perikanan

Tingkat produksi primer di perairan darat sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi penting dan adanya cahaya. Produksi dari seluruh komunitas didalam suatu ekosistem perairan tergantung pada batas tertentu dari produksi primer, sehingga tidak mengherankan bahwa jumlah PP dan potensi ikan

tahunan saling terkait (Hrbacek, *et. al*, 1969 dalam Beveridge, 1984). Potensi produksi ikan dapat diduga dari nilai produktivitas primer perairan dan telah digunakan untuk pendugaan potensi perikanan tangkap di beberapa perairan danau Afrika (Melack, 1976 dalam Purnomo, *et. al*, 2013) Dasar teori dari beberapa model pendugaan potensi produksi ikan tersebut didasarkan atas produktivitas primer suatu badan air (Oglesby, 1977 dalam Warsa, *et. al*, 2011).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan yaitu penelitian tentang hubungan antara biomassa jenis – jenis ikan yang digunakan untuk keperluan pemancingan (*sport fish*) dengan konsentrasi klorofil-a di waduk dan danau di Amerika Serikat (Jones dan Hoyer, 1982 dalam Warsa, *et. al*. 2011). Potensi perikanan merupakan suatu kekuatan yang dimiliki oleh perairan untuk memproduksi sumberdaya perikanan pada satuan waktu tertentu. Berbagai potensi yang terdapat diperairan secara umum yaitu potensi sumberdaya yang dapat pulih dan tidak dapat pulih. Potensi sumberdaya ikan merupakan potensi sumberdaya yang dapat pulih, namun upaya pemanfaatannya baik secara penangkapan ataupun budidaya juga harus memperhatikan tingka produksinya supaya tidak terjadi penipisan sumberdaya, terutama di perairan menggenang yaitu waduk (Dahuri, *et. al*, 1997 dalam Junaidi, 2010). Estimasi potensi produksi ikan sangat penting untuk optimasi pemanfaatan dan pengeolaan sumberdaya ikan di suatu badan air agar tetap lestari (Bramick, 2002 dalam Purnomo, *et. al*, 2013).

2.8 Parameter Kualitas Air

Dalam penelitian ini juga dilakukan pengamatan mengenai kualitas air yang digunakan sebagai data pendukung dalam penelitian. Adapun beberapa parameter yang diamati antara lain suhu, kecerahan, PH, oksigen terlarut, karbondioksida bebas, nitrat dan ortofosfat dengan penjelasan sebagai berikut:

2.8.1 Parameter Fisika

A. Suhu

Suhu merupakan bagian penting yang ada di suatu perairan, suhu digunakan organisme untuk proses metabolisme, penurunan atau kenaikan suhu yang ekstrim dapat mengganggu organisme – organisme yang ada di perairan. Di dalam suatu perairan, pada kondisi suhu yang ekstrim organisme yang ada di dalamnya tidak mampu memenuhi kadar oksigen yang terlarut untuk memenuhi proses respirasi dan metabolisme (Effendi, 2003). Organisme yang ada di perairan sangat sensitif dengan adanya perubahan suhu, baik itu perubahan yang kecil maupun perubahan suhu yang besar. Di perairan ikan sangat sensitif dengan adanya perubahan suhu walaupun nilai perubahan suhunya sangat kecil ($< 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$), seperti contoh ikan teleostei memiliki respon terhadap perubahan suhu sebesar $0,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Brotowidjono, 1995).

Kondisi suhu yang ada di perairan sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari dan berhubungan dengan proses fotosintesis tumbuhan air dan digunakan organisme – organisme air untuk metabolisme dan respirasi. Perubahan suhu yang ada di perairan dapat disebabkan karena letak lintang suatu daerah, musim, ketinggian, garis edar matahari, kedalaman perairan dan waktu pengukuran (Silalahi, 2009). Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (latitude), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air serta berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya (Effendi, 2003).

B. Kecerahan

Kecerahan adalah sebagian cahaya yang diteruskan ke dalam air dan dinyatakan dengan persen (%), dari beberapa panjang gelombang di daerah

spektrum yang terlihat cahaya yang melalui lapisan sekitar satu meter, jatuh agak lurus pada permukaan air (Kordi dan Tancung, 2007). Kecerahan merupakan batas intensitas cahaya matahari yang masuk kedalam badan perairan, yang diukur menggunakan *secchi disc*. Daya tembus atau batas intensitas cahaya matahari yang ada dalam suatu perairan di sebut kecerahan air, kecerahan juga termasuk dalam banyaknya suatu padatan yang ada dalam perairan seperti koloid tanah, organisme hidup atau bahan mati (Wetzel, 1975).

Kecerahan merupakan nilai transparansi perairan yang diukur menggunakan alat *secchi disc*. Hasil dari nilai kecerahan sangat dipengaruhi oleh kekeruhan atau padatan tersuspensi, cuaca saat pengukuran, waktu saat pengukuran serta ketelitian orang yang mengukur (Effendi, 2003). Kecerahan yang ada di dalam air sangat mempengaruhi organisme yang ada di dalamnya yaitu untuk digunakan dalam proses fotosintesis oleh tumbuhan air seperti fitoplankton. Kecerahan sangat mempengaruhi intensitas cahaya yang ada di dalam air dan akan menjadi penentu tebalnya lapisan – lapisan intensitas cahaya matahari yang masuk kedalam perairan. Semakin tinggi nilai kecerahan, maka semakin tinggi pula intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan (Nybakken, 1988).

2.8.2 Parameter Kimia

A. Derajat Keasaman (PH)

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah PH. PH (singkatan dari *puissance negative de H*), yaitu logaritma dari kepekatan ion – ion H (Hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. PH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan asam akan kurang produktif, malah dapat membunuh hewan budidaya. Pada PH rendah (keasaaman tinggi) kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun, aktivitas pernafasan naik dan selera makan menurun. Hal yang sebaliknya terjadi pada suasana basa. Atas dasar ini,

maka usaha budidaya perairan akan berhasil baik dalam air dengan PH 6,5 – 9,0 dan kisaran optimal adalah 7,5 - 8,7 (Kordi dan Tancung, 2007). Derajat keasaman (PH) dapat mempengaruhi kualitas air yang ada di dalam perairan. Derajat keasaman (PH) netral yaitu berkisar antara 7 – 8,5, jika kondisi perairan mengalami perubahan PH baik berubah menjadi asam atau basa akan dapat membahayakan organisme yang ada di dalamnya karena dapat menyebabkan timbulnya senyawa – senyawa logam berat yang bersifat toksik (Barus, 1996).

Nilai PH yang ada di perairan dipengaruhi pula oleh faktor – faktor yang lain seperti intensitas cahaya matahari, CO₂, dan DO. Organisme tumbuhan air seperti fitoplankton dan tumbuhan yang lainnya menggunakan CO₂ selama proses fotosintesis yang mengakibatkan PH air meningkat pada siang hari dan terjadi penurunan di malam hari (Boyd, 1981). Kandungan oksigen terlarut akan mengalami penurunan pada PH rendah sehingga konsumsi oksigen menurun, maka aktivitas pernapasan akan mengalami kenaikan dan selera makan mengalami penurunan (Kordi dan Tancung, 2007).

B. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* = DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2000). Oksigen sangat diperlukan bagi organisme – organisme yang ada di perairan, salah satu sumber oksigen terlarut dalam perairan yaitu dari hasil proses fotosintesis tumbuhan air. Di dalam suatu perairan salah satu sumber oksigen yaitu dari difusi oksigen dari udara, hujan

yang jatuh dan hasil proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan – tumbuhan air (Wirawan, 1995).

Oksigen terlarut merupakan suatu faktor yang penting dalam suatu perairan, oksigen terlarut dibutuhkan organisme untuk proses respirasi. Oksigen terlarut yang ada di perairan sangat dipengaruhi oleh suhu. Peningkatan suhu mengakibatkan konsentrasi oksigen terlarut menurun dan juga sebaliknya jika suhu rendah maka oksigen terlarut tinggi (Barus, 2001). Peningkatan suhu sebesar 1 °C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10%. Dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan organik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol. Semakin tinggi suhu, maka kelarutan oksigen di dalam perairan akan semakin rendah (Effendi, 2003).

C. Karbondioksida Bebas (CO₂)

Karbondioksida termasuk salah satu senyawa kimia yang sangat dibutuhkan dalam proses fotosintesis. Karbondioksida di udara sangat sedikit sekitar $\pm 0,033$ %, di dalam air dapat mencapai 12 mg/L. Karbondioksida di air bersumber dari difusi yang ada di udara, difusi bahan organik, air bawah tanah dan dari hujan yang turun serta hasil respirasi organisme (Arfiati, 2001). Karbondioksida termasuk sumber karbon organik yang terlarut dalam air, peranan CO₂ sangat penting bagi produktifitas perairan, itu terbukti dari hampir separuh berat kering fitoplankton adalah karbon (Musa, 1997).

Karbondioksida di perairan pada dasarnya dalam bentuk gas karbondioksida bebas (CO₂), ion bikarbonat (HCO₃⁻), ion karbonat (CO₃²⁻), dan asam karbonat (H₂CO₃). Tumbuhan akuatik misalnya alga lebih menyukai karbondioksida sebagai sumber karbon dibandingkan dengan bikarbonat dan karbonat. Namun, di dalam kloroplas bikarbonat harus dikonversi terlebih dahulu menjadi karbondioksida dengan bantuan enzim karbonik anhidrase (Effendi, 2003).

Tumbuhan renik yang ada di perairan membutuhkan CO₂ untuk melakukan proses fotosintesis. Akan tetapi meskipun karbondioksida berpengaruh besar terhadap kehidupan organisme tumbuhan air, jika CO₂ terlalu banyak akan menjadi racun bagi biota yang ada di dalamnya (Kordi dan Tancung, 2007).

D. Nitrat (NO₃)

Nitrat merupakan hasil dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen yang ada di perairan. Nitrifikasi merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat. Nitrifikasi adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi amonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas* dan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Nitrat direduksi menjadi amonia oleh aktivitas mikroba pada kondisi anaerob melalui proses denitrifikasi (Effendi, 2003 dalam Elfinurfajri, 2009). Nitrat adalah bentuk utama nitrogen di perairan dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil (Bahri, 2006 dalam Hendrawati et al., 2008).

Salah satu unsur hara yang di butuhkan plankton untuk menunjang kehidupannya adalah nitrat nitrogen. Nitrat nitrogen adalah unsur hara yang esensial dimana dibutuhkan dalam jumlah yang banyak dan tidak bisa diganti oleh unsur yang lain. Nitrogen diserap oleh organisme tumbuhan yang akan diolah menjadi protein dan dijadikan sumber utama untuk pertumbuhan organisme yang ada di perairan (Wardojo, 1975). Nitrat adalah sumber nitrogen yang ada di air tawar. Bentuk lain dari senyawa ini tersedia dalam bentuk komponen organik, amonia dan nitrit. Bentuk tersebut sering dimanfaatkan fitoplankton jika ketersediaan unsur nitrat terbatas (Herawati, 1989).

E. Ortofosfat (PO₄)

Phosphat terjadi secara alami dalam batuan dan deposit mineral lainnya. Selama proses alami pelapukan, batuan secara bertahap mengurai sebagian ion phosphat yang larut dalam air. Phosphat memiliki tiga bentuk utama yaitu orthophosphat, metaphosphat (atau poliphosphat) dan phosphat organik terikat. Masing – masing senyawa mengandung fosfor dalam formula kimia yang berbeda. Bentuk orto yang diproduksi oleh proses alam dan ditemukan di limbah, sedangkan bentuk poli digunakan dalam deterjen. Dalam air, bentuk poli akan berubah menjadi orto (Dini,2011). Fosfor merupakan unsur penting dalam suatu ekosistem air. Zat-zat organik terutama protein yang mengandung gugus fosfor, misalnya ATP, yang terdapat di dalam sel makhluk hidup dan berperan penting dalam penyediaan energi. Di dalam ekosistem, fosfor terdapat dalam tiga bentuk yaitu senyawa fosfor anorganik seperti ortofosfat, senyawa organik dalam protoplasma dan sebagai senyawa organik terlarut yang terbentuk dari proses penguraian tubuh organisme (Barus, 2004 *dalam* Silalahi, 2009).

Fosfor di perairan umum bersumber dari sisa – sisa pupuk persawahan dan limbah rumah tangga yang masuk melalui air (Subarijanti, 2000). Keberadaan ortofosfat di dalam perairan sangat kecil dibandingkan dengan nitrogen karena sumber ortofosfat lebih sedikit. Di perairan bentuk fosfor dibagi menjadi tiga yaitu polofosfat, metafosfat dan ortofosfat. Dari ketiga bentuk tersebut ortofosfat yang dimanfaatkan oleh fitoplankton dan alga perairan (Maizar, 2006).

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah klorofil-a dengan parameter pendukung meliputi biologi (struktur komunitas fitoplankton), fisika (suhu, kecerahan) dan kimia (derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), karbondioksida bebas (CO₂), nitrat dan ortofosfat).

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Lampiran 1.

3.3 Penetapan Stasiun

Penelitian ini di laksanakan di Waduk Bening, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, Provinsi Jawa Timur. Pada penelitian ini dipilih 2 sampel yaitu sampel air dan fitoplankton yang diambil dari perairan. Pengambilan sampel dilakukan seminggu sekali selama 3 minggu. Lokasi waduk dapat dilihat pada Lampiran 2.

Lokasi yang ditetapkan sebagai stasiun pengamatan merupakan daerah aliran sungai yang dipengaruhi oleh pertanian, kemudian daerah dengan pemanfaatan sumberdaya ikan pada titik pemancingan, daerah tengah waduk serta daerah outlet dekat dengan bendungan yang merupakan titik pemanfaatan sumberdaya ikan. Penetapan stasiun dipilih agar mendapatkan hasil yang merata dan mewakili kondisi keseluruhan waduk. Letak stasiun untuk pengambilan

sampel fitoplankton dan air yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Stasiun Pengambilan Sampel

Pada pengambilan sampel fitoplankton dan sampel air dilakukan pada 5 stasiun pengamatan antara lain:

- Stasiun 1 pada koordinat $111^{\circ}47'13,34''$ BT; $7^{\circ}32'41,42''$ LS merupakan aliran gabungan dari Sungai Petung dan Sungai Setren
- Stasiun 2 pada koordinat $111^{\circ}47'28,57''$ BT; $7^{\circ}32'46,86''$ LS merupakan daerah pemancingan
- Stasiun 3 pada koordinat $111^{\circ}47'52,98''$ BT; $7^{\circ}31'55,02''$ LS merupakan masukan dari Sungai Jurang Kendil
- Stasiun 4 pada koordinat $111^{\circ}47'37,39''$ BT; $7^{\circ}32'24,28''$ LS merupakan daerah tengah waduk
- Stasiun 5 pada koordinat $111^{\circ}47'53,12''$ BT; $7^{\circ}32'39,73''$ LS merupakan daerah outlet waduk / sebelum bendungan

3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode deskriptif. Metode deskriptif yaitu penelitian yang dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi mengenai status suatu gejala yang ada menurut apa

adanya pada saat penelitian dilakukan. Penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis tertentu, tetapi hanya menggambarkan apa adanya tentang suatu variabel, gejala atau keadaan (Arikunto, 2003).

3.5 Sumber Data

A. Data Primer

Data primer adalah data asli yang dikumpulkan oleh periset untuk menjawab masalah risetnya secara khusus. Data ini tidak tersedia karena memang belum ada riset sejenis yang pernah dilakukan atau hasil riset yang sejenis kadaluarsa. Jadi periset perlu melakukan pengumpulan atau pengadaan data sendiri karena tidak bisa mengandalkan data dari sumber lain (Istijanto, 2005). Data primer dari penelitian ini adalah analisis klorofil-a dan pengamatan fitoplankton, serta pengamatan kualitas air antara lain yaitu suhu, kecerahan, pH, DO, nitrat, dan ortofosfat.

- Observasi

Pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang diselidiki disebut observasi atau pengamatan langsung (Koentjoningrat, 1991). Pada penelitian ini dilakukan pengamatan langsung di Waduk Bening, Desa Pajaran, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun.

- Wawancara

Pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab dinamakan wawancara, sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam suatu topik tertentu (Sugiyono, 2010). Pada penelitian ini dilakukan wawancara secara langsung terhadap instansi terkait dan warga di sekitar Waduk Bening, Desa Pajaran, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun.

- Dokumentasi

Teknik pengumpulan data dengan cara mengumpulkan gambar disebut dokumentasi. Dokumentasi ini berguna untuk memperkuat data-data yang telah



diambil dengan menggunakan teknik pengambilan data sebelumnya. Pada penelitian ini dilakukan dengan mengambil gambar atau dokumentasi tentang kondisi di Waduk Bening, Desa Pajaran, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun.

B. Data Sekunder

Data yang diperoleh secara tidak langsung atau dari sumber kedua disebut data sekunder (Marzuki, 1983). Data sekunder dari penelitian ini didapatkan dari jurnal, buku, majalah, situs internet, dan kepustakaan yang menunjang.

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan secara acak yang dilaksanakan dengan observasi secara langsung pada obyek yang diamati.

3.6.1 Parameter Biologi

A. Pengukuran Klorofil-a

Metode pengukuran klorofil-a berdasarkan pada penyerapan spektrum klorofil-a dengan panjang gelombang 665 nm dan 750 nm:

- Menyiapkan botol yang kosong sebagai tempat sampel
- Mengambil air sampel yang ada di titik-titik yang sudah di tentukan
- Memasang filter ke filter holder
- Menyaring air sampel (0,5 – 2 liter)
- Membilas dengan larutan magnesium karbonat sebanyak 10 mL lalu hisap kembali sampai filter tampak kering
- Mengambil filter yang tampak kering dan membungkus filter dengan menggunakan aluminium foil dan diberi label
- Menyimpan dalam desikator aluminium yang berisi *silica gel* (simpan di dalam freezer apabila tidak melakukan proses analisis berikutnya)
- Memasukkan filter hasil saringan ke tabung reaksi 15 mL dan tambahkan

10 mL aceton 90%

- Menggerus sampel dalam tabung reaksi menggunakan *tissue grinder*
- Men-*centrifuge* sampel dengan putaran 4000 rpm selama 30 – 60 menit
- Memasukkan cairan yang bening kedalam cuvet dan melihat absorbannya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 750 dan 665 nm dan dimasukkan rumus (Vollenweider, 1968 dalam Boyd, 1979) :

$$\text{Chl-a (mg/m}^3\text{)} = 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{s}$$

Keterangan :

11,9 = konstanta

A665 = absorbansi spektrofotometer 665 nm

A750 = absorbansi spektrofotometer 750 nm

V = volume ekstrak aceton (mL)

L = lebar diameter cuvet (1 cm)

s = volume sampel air yang di saring (liter)

B. Pengambilan Sampel Fitoplankton

Menurut Herawati & Kusriani (2005), prosedur pengambilan sampel fitoplankton pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

- Memasang botol film pada plankton net no.25 (*mesh size* 64)
- Mengambil sampel air sebanyak 25 liter dan mencatat jumlah air yang disaring tersebut, dicatat sebagai (W)
- Menyaring sampel air dengan plankton net sehingga konsentrat plankton akan tertampung dalam botol film, dicatat sebagai (V)
- Memberi lugol sebanyak 3-4 tetes (0,136 – 0,181 ml) untuk pengawetan serta mempertahankan warna dan bentuk pada sampel plankton dalam botol film untuk preservasi sampel sebelum pengamatan genus dan kelimpahan plankton
- Memberi label pada botol film yang berisi sampel plankton

C. Identifikasi Fitoplankton

Menurut Herawati & Kusriani (2005), prosedur identifikasi fitoplankton sebagai berikut:

- Mengambil *object glass* dan *cover glass*
- Mencuci dengan aquades
- Mengeringkan dengan tisu, cara mengeringkannya dengan mengusap secara searah
- Mengambil botol film yang berisi sampel fitoplankton dan mengaduk
- Mengambil sampel dari botol film dengan pipet tetes sebanyak 1 tetes (0,0454 ml)
- Meneteskan pada *object glass* dan menutup dengan *cover glass*, dengan sudut kemiringan saat menutup 45°
- Mengamati di bawah mikroskop dimulai dengan perbesaran terkecil sampai terlihat gambar organisme pada bidang pandang
- Menulis ciri-ciri plankton serta jumlah fitoplankton (n) yang di dapat dari masing-masing bidang pandang
- Mengidentifikasi dengan bantuan buku Prescott (1970)

D. Kelimpahan Fitoplankton

Menurut Arfiati (1991), cara menghitung kelimpahan plankton adalah sebagai berikut:

- Membersihkan *cover glass* dan *object glass* dengan aquades lalu dibersihkan dengan *tissue*
- Menetesi *object glass* dengan air sampel
- Menutup *cover glass* dan mengamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 100 sampai 400x



- Mengamati jumlah plankton pada tiap bidang pandang. Jika (p) adalah jumlah bidang pandang, maka (n) adalah jumlah plankton dalam bidang pandang
- Menghitung dengan menggunakan rumus:

$$N = \frac{T \times V}{L \times p \times v \times W} \times n$$

Keterangan:

N = Jumlah total plankton (individu/mL)

T = Luas *cover glass* (20 x 20 mm)

V = Volume sampel plankton dalam botol penampung (mL)

L = Luas lapang pandang

p = Jumlah lapang pandang

v = Volume sampel plankton di bawah *cover glass* (mL)

W = Volume air yang disaring (liter)

n = Jumlah plankton dalam lapang pandang

E. Kelimpahan Relatif

Menurut Arfiati (1991), kelimpahan relatif ini merupakan kelimpahan relatif untuk masing-masing stasiun yang menunjukkan banyaknya organisme pada stasiun pengamatan pada tempat tersebut, bukan merupakan keanekaragaman jenis di salah satu stasiun tersebut. Kelimpahan relatif (KR) fitoplankton dihitung dengan menggunakan rumus :

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

Keterangan:

KR = kelimpahan relatif.

ni = jumlah individu pada genus tersebut.

N = jumlah total individu

Nilai kepadatan relatif antara 1% sampai 100%. Kepadatan yang rendah menunjukkan jumlah organisme yang hidup diperairan tersebut mempunyai nilai sedikit.

F. Indeks Keragaman (H')

Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman spesies yang tinggi apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu masing-masing spesies yang relatif merata. Dengan kata lain apabila suatu komunitas hanya terdiri dari sedikit spesies dengan jumlah individu yang tidak merata, maka komunitas tersebut mempunyai keanekaragaman yang rendah (Barus, 1996).

Perhitungan keanekaragaman umumnya dilakukan dengan menggunakan indeks Diversitas Shannon-Wiener (H') sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{s=1}^s P_i \log_2 P_i$$

Keterangan:

H' = indeks keragaman

P_i = proporsi spesies ke- i terhadap jumlah total (n_i/N_i)

s = jumlah total spesies didalam komunitas

3.6.2 Parameter Fisika

A. Suhu

Menurut Subarijanti (1990), prosedur pengukuran suhu adalah sebagai berikut:

- Memasukkan thermometer Hg ke dalam perairan, dan ditunggu beberapa saat sampai air raksa dalam thermometer berhenti pada skala tertentu
- Mencatat dalam skala $^{\circ}\text{C}$
- Membaca skala pada saat thermometer masih di dalam air, dan jangan sampai tangan menyentuh bagian air raksa termometer

B. Kecerahan

Menurut Subarijanti (1990), prosedur pengukuran kecerahan adalah sebagai berikut:

- Memasukkan *secchii disc* secara berlahan-lahan ke dalam air hingga batas kelihatan dan dicatat kedalamannya
- Menurunkan sampai tidak kelihatan, kemudian pelan-pelan ditarik lagi sampai nampak dan dicatat kedalamannya dan dimasukkan rumus :

$$\text{Kecerahan (m)} = \frac{\text{Kedalaman1} + \text{Kedalaman2}}{2}$$

3.6.3 Parameter Kimia

A. PH

Menurut Hariyadi, *et al.*, (1992), prosedur pengukuran PH adalah sebagai berikut:

- Memasukkan PH paper
- Memasukkan PH paper kedalam contoh air sekitar 3 menit, kemudian cocokkan perubahan warna PH paper dengan kotak standar

B. Oksigen Terlarut

Menurut Hariyadi, *et al.*, (1992), prosedur pengukuran oksigen terlarut adalah sebagai berikut:

- Mengukur dan dicatat volume botol DO yang akan digunakan
- Memasukkan botol DO ke dalam water sampler lalu dimasukkan ke dalam air pada kedalaman tertentu sampai air pada botol DO penuh
- Menarik water sampler sampai ke permukaan air, usahakan tidak ada gelembung udara dalam botol
- Membuka botol yang berisi sampel, tambahkan 2 mL MnSO_4 dan 2 mL $\text{NaOH} + \text{KI}$ lalu bolak-balik sampai terjadi endapan coklat. Kemudian diendapkan dan dibiarkan selama beberapa menit.

- Membuang air yang bening di atas endapan (sambil diukur volumenya), kemudian endapan yang tersisa ditambahkan 2 mL H₂SO₄ pekat yang dikocok sampai endapan larut.
- Memberi 3-4 tetes amylum, dititrasi dengan Na-thiosulfat 0,025 N samai jernih atau tidak berwarna pertama kali.
- Mencatat mL Na-thiosulfat yang terpakai (titran)
- Mengukur kadar oksigen yang terlarut dengan rumus sebagai berikut:

$$DO \text{ (mg/L)} = \frac{v \text{ (titran)} \times N \text{ (titran)} \times 8 \times 1000}{v \text{ (air sampel)} : \frac{v \text{ (botol DO)} - v \text{ (reagen terpakai)}}{v \text{ (botol DO)}}$$

Keterangan:

v = mL larutan Natrium Thiosulfat untuk titrasi

N= normalitas laturan Natrium Thiosulfat (0,025N)

C. Karbondioksida Bebas

Menurut Subarijanti (1990), prosedur pengukuran karbondioksida adalah sebagai berikut:

- Masukkan 25 ml air contoh ke dalam erlenmeyer, kemudian tambahkan 1-2 tetes indikator pp
- Bila air berwarna merah muda (pink) berarti air tersebut tidak mengandung CO₂ bebas
- Bila air tetap tidak berwarna, segera dititrasi dengan Na₂CO₃ 0,0454 N sampai warna menjadi merah muda (pink) pertama kali
- Hitung dengan rumus:

$$CO_2 \text{ bebas (mg/L)} = \frac{v \text{ (titran)} \times N \text{ (titran)} \times 22 \times 1000}{\text{ml air sampel}}$$

Keterangan:

v = volume Na₂CO₃ untuk titrasi

N = Normalitas larutan Na_2CO_3 (0,0454 N)

D. Nitrat

Menurut Boyd (1982), kadar nitrat nitrogen dalam perairan dapat diukur dengan prosedur sebagai berikut :

- Menyaring air sampel dengan menggunakan *Whatman* no 42 atau menggunakan kertas saring
- Menambahkan 50 ml air sampel dan tuang kedalam cawan porselen
- Menguapkan diatas pemanas (*hotplate*) sampai kering, hati-hati jangan sampai pecah dan didinginkan
- Menambahkan 1 mL asam fenol disulfonik, aduk dengan pengaduk gelas dan di encerkan dengan 25 – 30 mL aquades
- Menambahkan 4 mL Na_4OH sampai terbentuk warna. Encerkan dengan aquadest, kemudian masukkan kedalam cuvet
- Membandingkan dengan larutan standar yang telah dibuat, baik secara visual atau menggunakan spektrofotometer panjang gelombang 410 μm .
- Larutan standar 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	100	0.1
2	100	0.2
5	100	0.5
10	100	1

E. Ortofosfat

Menurut Boyd (1982), kadar ortofosfat dalam perairan dapat diukur dengan prosedur sebagai berikut :

- Sebelum melakukan pengukuran semua alat – alat dibersihkan untuk menghindari kontaminasi fosfor

- Untuk mencegah pertumbuhan bakteri, mengisi botol dengan larutan KI-I2 dan dibiarkan 1 minggu. Setelah itu dicuci dengan aquades
- Menyaring air sampel sebanyak 125 – 150 mL dengan menggunakan saringan
- Menuangkan 25 ml air sampel kedalam erlenmeyer ukuran 25 mL
- Menambahkan 1 ml amonium molybdate dan dihomogenkan
- Menambahkan 5 tetes pereaksi *chloride* dan dihomogenkan
- Membandingkan warna biru dari sampel dengan larutan standar, baik secara visual atau dengan menggunakan spektrofotometer panjang gelombang 690 μm
- Larutan standar pembanding ortofosfat sebagai berikut:

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
0.1	1
0.25	2.5
0.5	5
0.75	7.5
1	10

3.7 Analisis Data

3.7.1 Pendugaan Status Trofik Perairan

Hasil analisis kualitas air yang diperoleh digunakan untuk mengetahui tingkat kesuburan berdasarkan perhitungan *Trophic State Index* (TSI) dari Carlson (1977). Skor status trofik ini merupakan nilai rata-rata dari nilai TSI ketiga parameter (klorofil-a, *secchi disc*, ortofosfat).

Adapun perhitungan TSI (*Trophic State Index*) dari Carlson (1977) adalah sebagai berikut:

$$TSI (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2,04 - 0,68 \text{ Ln Chl}}{\text{Ln } 2} \right)$$

Keterangan:

TSI (Chl) : hasil perhitungan *Trophic State Index* untuk klorofil-a

3.7.2 Produktivitas Primer

Hasil dari produktivitas primer dimulai dengan mengukur nilai klorofil-a, kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk produktivitas primer menggunakan rumus (Beveridge, 1984) :

$$PP = 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61}$$

3.7.3 Pendugaan Potensi Ikan dengan Pendekatan Produktivitas Primer

Potensi ikan dapat diketahui dengan melakukan konversi dari nilai produktivitas primer menjadi berat basah ikan yang dihasilkan per tahun. Produksi ikan diestimasikan sebesar 1-3% dari produktivitas primer. Nilai produktivitas primer (g C/m²/tahun) dikonversi menjadi g C-ikan/m²/tahun dengan mengalikan nilai produktivitas primer dengan persentase konversi yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konversi Produktivitas Primer (gC/m²/tahun) kedalam Bentuk Ikan (gC-ikan/m²/tahun)

PP (gC/m ² /tahun)	Nilai Konversi Potensi Perikanan (%)
<1000	1 – 1.2
1000–1500	1.2 – 1.5
1500–2000	1.5 – 2.1
2000–2500	2.1 – 3.2
2500–3000	3.2 - 2.1
3000–3500	2.1 - 1.5
3500–4000	1.5 - 1.2
4000–4500	1.2 - 1.0
>4500	~ 1.0

Tabel 2 tentang produktivitas primer kedalam bentuk ikan, sehingga potensi ikan yang ada di waduk dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat basah ikan (g-ikan/m}^2\text{/tahun)} = \text{nilai konversi} \times \text{PP}$$

Keterangan :

Nilai konversi = nilai konversi PP ke dalam bentuk ikan (%)

PP = nilai produktivitas primer (gC/m²/tahun)

Selanjutnya, untuk mengetahui estimasi potensi perikanan pada suatu wilayah tertentu, dilakukan perhitungan dengan mengalikan nilai berat basah ikan dengan luas wilayah perairan sebagai berikut:

$$\text{Potensi Ikan (g-ikan/tahun)} = \text{Berat Basah Ikan} \times \text{Luas Perairan}$$



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Waduk Bening

Waduk Bening memiliki masukan air dari sungai Jurang Kendil dan gabungan dari Sungai Petung dan Sungai Setren yang membawa masukan limbah pertanian dan rumah tangga. Kedua sungai ini merupakan aliran sungai terbesar yang masuk kedalam waduk. Karakteristik air waduk relatif sama dengan warna air bening kecoklatan yang merata.

4.1.1 Lokasi Geografis Waduk Bening

Waduk Bening terletak di Desa Pajaran, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun Propinsi Jawa Timur. Bendungan Bening memiliki tipe timbunan tanah homogen. Luas waduk pada daerah elevasi terendam tertinggi seluas 5,7 km², tinggi bendungan 36 m, debit waduk tahunan 550 m³/dt. Selain berfungsi sebagai bendungan yang mensuplai air untuk keperluan Pembangkit Listrik Tenaga Air, bendungan ini juga berfungsi sebagai obyek wisata. Di waduk Bening pengunjung bisa menikmati kegiatan berupa memancing, *camping*, dan berkemah (www.eastjava.com, 2015).

4.1.2 Latar Belakang Waduk Bening

Proyek Irigasi Widas merupakan rangkaian proyek-proyek yang dilaksanakan oleh Badan Pelaksana Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Kali Brantas, Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum. Bendungan Bening atau juga disebut Bendungan Widas terletak di Dukuh Petung, Desa Pajaran, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, 15 km di sebelah barat Kota Nganjuk. Lokasi bendungan berada pada Kali Bening yang bermata air di Gunung Wilis.

Studi kelayakan Proyek Irigasi Widas dan Waduk Bening sebagai salah satu proyek yang diusulkan dalam studi Pengembangan Wilayah Daerah Aliran

Sungai Kali Brantas pada tahun 1972, dimulai pada tahun 1976 dilanjutkan dengan pekerjaan investigasi dan *Design Report*. Proyek Bendungan Bening dilaksanakan dari tahun anggaran 1978/1979 sampai dengan tahun 1981/1982. Adapun pelaksana pembangunan pekerjaan konstruksi sipil Proyek Brantas sampai tahun 1980/1981 dan mulai tahun 1981/1982 oleh PT. Brantas Abipraya (Persero). Sedangkan pembangunan pekerjaan konstruksi baja berupa pembuatan pintu-pintu air oleh Marishima Hydraulic Gate Works Ltd., dipasang oleh Marusei Heavy Industry Works Ltd. Dan PT. Barata Indonesia. Generator dan turbin oleh Mitsui & Co. Ltd., pengawasan dilaksanakan oleh Nippon Koei Co. Ltd. Bendungan Bening diresmikan pada tanggal 6 Nopember 1981 oleh Menteri Pekerjaan Umum DR. Ir. Poernomosidi Hadjisarosa, ditandai dengan penutupan pintu Terowongan Pengelak.

4.1.3 Manfaat Waduk Bening

Pembangunan Proyek Waduk dan Bendungan Bening memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Menyediakan air irigasi untuk daerah seluas 9.120 Ha
- b. Mengendalikan banjir
- c. Menyediakan pasokan air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan daya terpasang sebesar 1x650 kW
- d. Pengembangan potensi wisata dan perikanan darat

4.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan

Penelitian ini dilakukan pada 5 titik stasiun yang telah ditetapkan sesuai tata guna lahan, yaitu masukan masukan dari Sungai Petung dan Sungai Setren, daerah pemancingan, masukan dari Sungai Jurang Kendil, daerah tengah waduk, daerah outlet waduk / sebelum bendungan. Adapun deskripsi tiap stasiun pengambilan sampel adalah sebagai berikut;

4.2.1 Stasiun 1 (Masukan dari Sungai Petung dan Sungai Setren)

Lokasi stasiun 1 merupakan daerah inlet waduk yang mendapatkan masukan air dari Sungai Petung dan Sungai Setren. Masukan air ini merupakan aliran air yang melewati daerah pemukiman penduduk dan lahan pertanian. Karakteristik perairan di stasiun 1 berwarna bening kecoklatan. Stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Masukan dari Sungai Petung dan Sungai Setren

4.2.2 Stasiun 2 (Daerah Pemancingan)

Lokasi stasiun 2 merupakan kawasan pariwisata. Pada stasiun ini terdapat aktivitas manusia seperti warung penjual makanan dan beberapa titik pemancingan. Karakteristik perairan di stasiun 2 berwarna bening kecoklatan. Stasiun 2 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Daerah Pemancingan

4.2.3 Stasiun 3 (Masukan dari Sungai Jurang Kendil)

Lokasi stasiun 3 merupakan daerah inlet waduk yang mendapatkan masukan air dari sungai Jurang Kendil. Masukan air di daerah ini dipengaruhi oleh kegiatan pertanian. Karakteristik perairan di stasiun 3 berwarna bening kecoklatan. Stasiun 3 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Masukan dari Sungai Jurang Kendil

4.2.4 Stasiun 4 (Daerah Tengah Waduk)

Lokasi stasiun 4 merupakan daerah tengah waduk. Stasiun ini merupakan daerah terganggu terdalam dari waduk. Karakteristik perairan di stasiun 4 berwarna bening kecoklatan. Stasiun 4 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Daerah Tengah Waduk

4.2.5 Stasiun 5 (Daerah Outlet/ Pintu Bendungan)

Lokasi stasiun 5 merupakan daerah outlet waduk yang terletak dekat dengan pintu bendungan. Pada stasiun ini terdapat aktivitas manusia berupa pemancingan. Karakteristik perairan di stasiun 5 berwarna bening kecoklatan. Stasiun 5 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Daerah Outlet/ Pintu Bendungan

4.3 Hasil Pengukuran Klorofil-a

Hasil pengukuran klorofil-a didapatkan nilai yang disajikan dalam Tabel 3 dibawah ini;

Tabel 3. Hasil Pengukuran Klorofil-a (mg / m^3)

Waktu (minggu)	Stasiun					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	16,66	7,616	9,044	8,092	9,996	10,281
2	11,9	10,948	14,28	22,848	18,088	15,612
3	18,088	9,996	17,136	16,184	14,28	15,136
Rata-rata	15,549	8,568	12,534	15,708	14,121	

Hasil pengukuran klorofil-a selama tiga minggu pengamatan diperoleh kisaran klorofil-a antara 7,616 – 22,848 mg/m^3 . Pada minggu 1 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran klorofil-a 7,616 – 16,66 mg/m^3 . Pada minggu 2 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran klorofil-a 10,948 – 22,848 mg/m^3 . Pada minggu 3 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran klorofil-a 9,996 – 18,088 mg/m^3 .

Nilai klorofil-a terendah selama tiga kali pengulangan terdapat pada minggu 1 dengan nilai rata-rata 10,2816 mg/m^3 , sedangkan nilai klorofil-a tertinggi selama tiga kali pengulangan terdapat pada minggu 2 dengan nilai rata-rata 15,6128 mg/m^3 . Rendahnya nilai klorofil-a di minggu 1 diduga karena kandungan nitrat pada minggu 1 rendah yaitu 0,53 mg/m^3 , sedangkan tingginya nilai klorofil-a di minggu 2 diduga karena kandungan nitrat yang ada minggu 2 tinggi yaitu 0,61 mg/m^3 . Nitrat merupakan salah satu unsur hara yang penting dalam proses fotosintesis fitoplankton, apabila kelimpahan fitoplankton semakin tinggi maka kandungan klorofil perairan semakin tinggi pula (Sediadi dan Adward, 1993). Hasil pengamatan klorofil-a diperoleh kisaran antara 7,616 – 22,848 mg/m^3 yang menunjukkan perairan termasuk kategori mesotrofik. Menurut Ryding dan Rast (1989), konsentrasi klorofil-a untuk perairan tipe oligotrofik sebesar $<8,0 \text{ mg}/\text{m}^3$, tipe mesotrofik sebesar 8 – 25 mg/m^3 dan tipe eutrofik sebesar 25 – 75 mg/m^3 .

Menurut Kepmen LH tentang baku mutu air (2004), kategori klorofil-a dibagi menjadi tiga macam, yaitu kategori baik jika klorofil-a dengan nilai $< 15 \text{ mg/m}^3$, kategori sedang jika klorofil-a dengan nilai $15 - 30 \text{ mg/m}^3$ dan kategori buruk jika klorofil-a dengan nilai $> 30 \text{ mg/m}^3$. Secara keseluruhan nilai klorofil-a pada tiga stasiun selama tiga kali pengulangan berkisar antara $7,616 - 22,848 \text{ mg/m}^3$ termasuk kedalam kategori antara baik dan sedang.

4.4 Hasil Perhitungan Status Trofik Perairan

Hasil perhitungan *Thropic State Index* (TSI) Carlson (1977) disajikan pada Tabel 4 dibawah ini;

Tabel 4. Hasil Perhitungan Indeks Status Trofik

TSI (minggu)	Stasiun				
	1	2	3	4	5
1	58,16	50,5	52,17	51,07	53,15
2	54,85	54,05	56,64	61,15	58,87
3	58,97	53,15	58,43	57,88	56,64

Hasil perhitungan indeks status trofik selama tiga minggu didapatkan nilai $50,5 - 61,15$. Nilai/skor indeks status trofik digunakan untuk menentukan tingkat status trofik suatu perairan. Berdasarkan dari kategori indeks status trofik Carlson (1977) maka perairan di Waduk Bening termasuk kedalam kategori eutrofik ringan. Kategori eutrofik ringan memiliki arti kesuburan perairan tinggi, penurunan kecerahan air, zona hipolimnetik bersifat anoksik, terjadi masalah tanaman air, hanya ikan-ikan yang mampu hidup di air hangat, mendukung kegiatan olahraga air tetapi perlu penanganan. Hal ini dapat terjadi diduga karena pemakaian pupuk di bidang pertanian yang juga merupakan penyumbang unsur nitrogen dan fosfat ke dalam perairan. Pemakaian pupuk di pertanian tidak semuanya diserap oleh tanaman dan terbawa aliran masuk ke dalam perairan menuju ke waduk (Brahmana, 2010).

Perairan waduk pada awal terbentuknya mempunyai tingkat kesuburan rendah (oligotrofik). Seiring dengan berjalannya waktu, maka tingkat kesuburan perairan akan berubah menjadi mesotrofik dan hingga akhirnya akan menjadi eutrofik (Henderson-Seller dan Markland 1987). Tingkat kesuburan perairan waduk akan menentukan pola pengelolaannya. Perairan waduk yang terlalu subur dapat menurunkan produksi perikanan serta menimbulkan perkembangan gulma air yang sangat cepat (Purnomo *et al*, 1993). Kandungan unsur hara dalam dalam perairan bisa meningkatkan kesuburan perairan. Proses ini di sebut eutrofikasi yang dalam kondisi tertentu dapat merugikan, karena bisa menjadi stimulan bagi pertumbuhan flora aquatik yang menyebabkan perairan tersebut tertutup dan mengganggu kondisi ekologi perairan (Suryono, *et. Al.*, 2010).

4.5 Hasil Perhitungan Produktivitas Primer

Hasil perhitungan produktivitas primer disajikan pada Tabel 5 dibawah ini;

Tabel 5. Hasil Perhitungan Produktivitas Primer (g C/m³/hari)

PP (minggu)	Stasiun				
	1	2	3	4	5
1	4,648	2,883	3,202	2,992	3,403
2	3,785	3,598	4,231	5,636	4,887
3	4,887	3,404	4,729	4,566	4,231
Rata-rata	4,440	3,055	3,833	4,398	4,174

Hasil perhitungan produktivitas primer selama tiga minggu didapatkan nilai 2,883 – 5,636 g C/m³/hari. Pada minggu 1 diperoleh kisaran produktivitas primer 2,883 – 4,648 g C/m³/ hari. Pada minggu 2 diperoleh kisaran produktivitas primer 3,598 – 5,636 g C/m³/ hari. Pada minggu 3 diperoleh kisaran produktivitas primer 3,404 – 4,887 g C/m³/ hari.

Rata-rata nilai produktivitas primer terendah selama tiga kali pengulangan terdapat pada minggu 1 dengan nilai 3,425 g C/m³/hari, sedangkan rata-rata nilai

produktivitas primer tertinggi selama tiga kali pengulangan terdapat pada minggu 2 dengan nilai 4,427g C/m³/hari. Rendahnya nilai produktivitas primer di minggu 1 diduga karena kelimpahan fitoplankton pada minggu 1 rendah yaitu sebesar 30.861 ind/mL, sedangkan tingginya nilai produktivitas primer di minggu 2 diduga karena kelimpahan fitoplankton pada minggu 2 tinggi yaitu sebesar 36.728 ind/mL. Produktivitas primer mempunyai hubungan yang erat dengan kelimpahan alga, apabila produktivitas primer diperairan tinggi maka kepadatan alga diperairan tinggi pula, begitu pula sebaliknya (Raymont 1963 *dalam* Hariyadi *et al.*, 2010). Nilai nitrat yang diperoleh pada minggu 2 sebesar 0,613 mg/L merupakan nilai nitrat terbesar selama penelitian. Kandungan nitrat di perairan mempengaruhi fitoplankton dalam proses fotosintesis dan dapat meningkatkan nilai produktivitas primer. Hal ini sesuai dengan pernyataan Krismono dan Kartamihardja (1995) *dalam* Pitoyo dan Wiryanto (2001), besarnya produktivitas primer suatu perairan mengindikasikan besarnya ketersediaan nutrisi terlarut.

4.6 Pendugaan Potensi Ikan Dengan Pendekatan Produktivitas Primer

Daya dukung perairan dapat diketahui dengan menggunakan analisis produktivitas primer di perairan. Penentuan nilai produktivitas primer dimulai dengan pengukuran klorofil-a yang kemudian ditransformasikan kedalam bentuk produktivitas primer. Hasil perhitungan klorofil-a dan produktivitas primer dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 5.

Hasil analisis produktivitas primer tersebut digunakan untuk mengetahui kemampuan perairan untuk memproduksi ikan atau untuk mengetahui potensi waduk tersebut melalui konversi dalam tabel Beveridge. Hasil perhitungan potensi ikan berdasarkan nilai produktivitas primer pada tabel Beveridge (1984) disajikan pada Lampiran 5 dan Tabel 6 dibawah ini;

Tabel 6. Hasil Perhitungan Pendugaan Potensi Ikan

stasiun	Potensi Waduk (ton ikan / 570.000 m ² / 365 hari)		
	waktu pengamatan (minggu)		
	1	2	3
1	1.674,38	1.123,47	1.867,04
2	731,91	1.036,50	951,20
3	866,11	1.366,05	1.737,63
4	780,18	2.602,91	1.611,55
5	951,20	1.867,04	1.366,05

Berdasarkan hasil perhitungan pada Lampiran 5 dapat diketahui rata-rata kemampuan waduk untuk memproduksi ikan adalah sebesar 1.368,85 ton ikan / tahun. Potensi perikanan merupakan suatu kekuatan yang dimiliki oleh perairan untuk memproduksi sumberdaya perikanan pada satuan waktu tertentu. Potensi sumberdaya ikan merupakan potensi sumberdaya yang dapat pulih, namun upaya pemanfaatannya baik secara penangkapan ataupun budidaya juga harus memperhatikan tingka produksinya supaya tidak terjadi penipisan sumberdaya, terutama di perairan menggenang yaitu waduk (Dahuri, *et. al*, 1997 dalam Junaidi, 2010). Estimasi potensi produksi ikan sangat penting untuk optimasi pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya ikan di suatu badan air agar tetap lestari (Bramick, 2002 dalam Purnomo, *et. al*, 2013).

4.7 Struktur Komunitas Fitoplankton

Fitoplankton sebagai tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil mampu melaksanakan reaksi fotosintesis dimana air dan karbondioksida dengan adanya cahaya matahari dan garam-garam hara dapat menghasilkan sanyawa organic seperti karbohidrat. Karena kemampuan membentuk zat organik dari zat anorganik maka fitoplankton disebut sebagai produsen primer atau *primary producer* (Nontji, 1993).

4.7.1 Komposisi Fitoplankton

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di Waduk Bening, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, Provinsi Jawa Timur didapatkan

komposisi fitoplankton dari 4 divisi yaitu Chlorophyta, Chrysophyta, Cyanophyta dan Dinophyta. Spesies fitoplankton yang didapatkan dari keempat divisi dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini;

Tabel 7. Spesies Fitoplankton yang Didapatkan Selama Penelitian

divisi	genus	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3
Chlorophyta	<i>Actinastrum</i>	✓	✓	✓
	<i>Ankistrodesmus</i>	✓	✓	✓
	<i>Chlorella</i>	✓	✓	✓
	<i>Cosmarium</i>	✓	✓	✓
	<i>Crucigenia</i>	-	✓	✓
	<i>Crucigeniella</i>	✓	✓	✓
	<i>Dictyosphaerium</i>	✓	✓	✓
	<i>Kirchneriella</i>	✓	-	✓
	<i>Lagerheimia</i>	✓	✓	✓
	<i>Monoraphidium</i>	✓	✓	✓
	<i>Scnedesmus</i>	✓	✓	✓
	<i>Staurastrum</i>	✓	-	✓
	<i>Staurodesmus</i>	✓	✓	✓
	<i>Tetraedron</i>	✓	✓	✓
Chrysophyta	<i>Achnanthidium</i>	✓	✓	✓
	<i>Botrydiopsis</i>	✓	✓	✓
	<i>Gonyostomum</i>	✓	✓	-
Cyanophyta	<i>Aphanocapsa</i>	✓	✓	✓
	<i>Chroococcus</i>	✓	✓	✓
	<i>Cyanodictyon</i>	✓	✓	✓
	<i>Cylindrospermopsis</i>	✓	✓	✓
	<i>Merismopedia</i>	-	-	✓
	<i>Phormidium</i>	✓	✓	✓
	<i>Pseudanabaena</i>	✓	✓	✓
	<i>Synechocystis</i>	✓	✓	✓
Dinophyta	<i>Peridinium</i>	✓	✓	✓
	<i>Ceratium</i>	-	✓	-

Hasil pengamatan komposisi fitoplankton yang didapatkan selama 3 kali ulangan penelitian dapat dilihat pada uraian berikut ini;

Pada pengamatan minggu 1 diperoleh fitoplankton dari divisi Chlorophyta sebanyak 12 genus yaitu *Actinastrum*, *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Cosmarium*, *Crucigeniella*, *Dictyosphaerium*, *Kirchneriella*, *Lagerheimia*, *Monoraphidium*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*, *Staurodesmus*, *Tetraedron*. Dari divisi Chrysophyta sebanyak 3 genus yaitu *Achnantidium*, *Botrydiopsis*, *Gynostomum*. Dari divisi Cyanophyta sebanyak 7 genus yaitu *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Cyanodictyon*, *Cylindrospermopsis*, *Phormidium*, *Pseudanabaena*, *Synechocystis*. Dari divisi Dynophyta sebanyak 1 genus yaitu *Peridinium*.

Pada pengamatan minggu 2 diperoleh fitoplankton dari divisi Chlorophyta sebanyak 12 genus yaitu *Actinastrum*, *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Cosmarium*, *Crucigenia*, *Crucigeniella*, *Dictyosphaerium*, *Lagerheimia*, *Monoraphidium*, *Scenedesmus*, *Staurodesmus*, *Tetraedron*. Dari divisi Chrysophyta sebanyak 3 genus yaitu *Achnantidium*, *Botrydiopsis*, *Gynostomum*. Dari divisi Cyanophyta sebanyak 6 genus yaitu *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Cyanodictyon*, *Cylindrospermopsis*, *Phormidium*, *Pseudanabaena*, *Synechocystis*. Dari divisi Dynophyta sebanyak 2 genus yaitu *Peridinium*, *Ceratium*

Pada pengamatan minggu 3 diperoleh fitoplankton dari divisi Chlorophyta sebanyak 14 genus yaitu *Actinastrum*, *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Cosmarium*, *Crucigenia*, *Crucigeniella*, *Dictyosphaerium*, *Kirchneriella*, *Lagerheimia*, *Monoraphidium*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*, *Staurodesmus*, *Tetraedron*. Dari divisi Chrysophyta sebanyak 2 genus yaitu *Achnantidium*, *Botrydiopsis*. Dari divisi Cyanophyta sebanyak 7 genus yaitu *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Cyanodictyon*, *Cylindrospermopsis*, *Merismopedia*, *Phormidium*, *Pseudanabaena*, *Synechocystis*. Dari divisi Dynophyta sebanyak 1 genus yaitu *Peridinium*.

4.7.2 Kelimpahan Fitoplankton

Hasil pengukuran kelimpahan fitoplankton selama tiga kali pengamatan disajikan pada Tabel 8 dibawah ini;

Tabel 8. Hasil Kelimpahan Fitoplankton Selama Tiga Kali Pengulangan (ind/mL)

Minggu 1					
Divisi	Stasiun (ind/mL)				
	1	2	3	4	5
Chlorophyta	39.274	57.699	8.728	18.910	30.061
Chrysophyta	44.607	110.064	21.819	22.304	39.274
Cyanophyta	60.608	71.275	13.576	23.273	39.759
Dynophyta	3.394	12.122	0	0	485
TOTAL	147.883	251.159	44.122	64.487	109.579
Rata-rata	36.971	62.790	11.031	16.122	27.395

Minggu 2 (ind/mL)					
Divisi	Stasiun				
	1	2	3	4	5
Chlorophyta	35.880	51.880	76.123	34.425	55.759
Chrysophyta	48.001	59.638	39.759	46.547	57.699
Cyanophyta	47.032	54.789	42.668	38.789	35.880
Dynophyta	7.273	970	485	0	970
TOTAL	138.186	167.277	159.035	119.761	150.307
Rata-rata	34.546	41.819	39.759	29.940	37.577

Minggu 3 (ind/mL)					
Divisi	Stasiun				
	1	2	3	4	5
Chlorophyta	131.398	59.153	78.063	48.001	31.516
Chrysophyta	41.213	20.364	32.001	9.697	17.455
Cyanophyta	38.789	40.728	49.456	26.183	20.849
Dynophyta	3.879	120.246	970	1.455	970
TOTAL	215.279	0	160.489	85.336	70.790
Rata-rata	53.820	30.061	40.122	21.334	17.697

Berdasarkan hasil pengamatan selama tiga minggu pada Tabel 7 diatas di Bendungan Bening, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, diperoleh kelimpahan fitoplankton sebagai berikut;

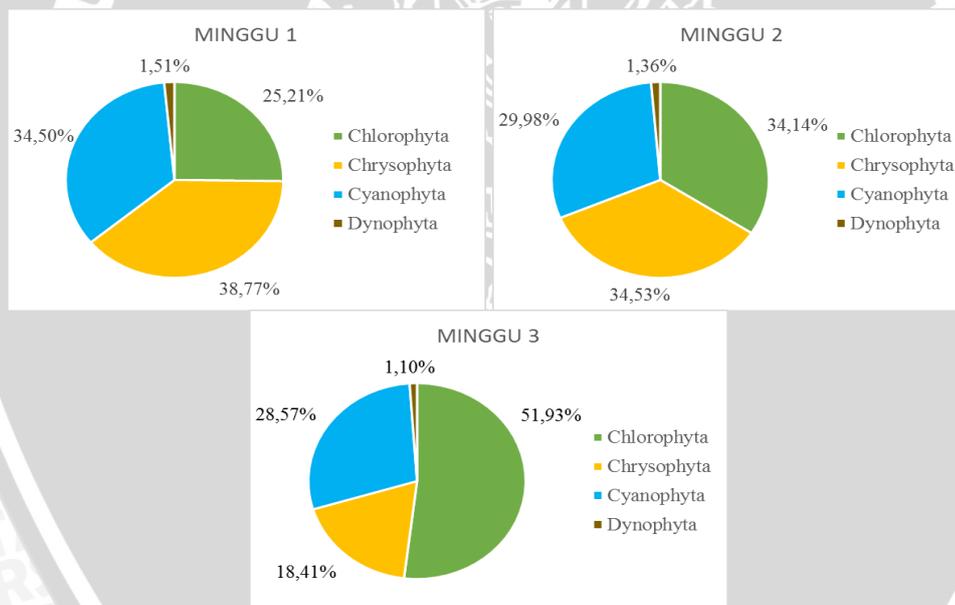
Pada pengamatan minggu 1 diperoleh total kelimpahan fitoplankton di stasiun 1 sebesar 34.546 ind/mL, di stasiun 2 sebesar 62.790 ind/mL, di stasiun 3 sebesar 11.031 ind/mL, di stasiun 4 sebesar 16.122 ind/mL, di stasiun 5 sebesar 27.395 ind/mL dengan nilai rata-rata kelimpahan sebesar ± 30.861 ind/mL. Pada pengamatan minggu 2 diperoleh total kelimpahan fitoplankton di stasiun 1 sebesar 34.546 ind/mL, di stasiun 2 sebesar 41.819 ind/mL, di stasiun 3 sebesar 39.759 ind/mL, di stasiun 4 sebesar 29.940 ind/mL, di stasiun 5 sebesar 37.577 ind/mL dengan nilai rata-rata kelimpahan sebesar ± 36.728 ind/mL. Pada pengamatan minggu 3 diperoleh total kelimpahan fitoplankton di stasiun 1 sebesar 53.820 ind/mL, di stasiun 2 sebesar 30.061 ind/mL, di stasiun 3 sebesar 40.122 ind/mL, di stasiun 4 sebesar 21.334 ind/mL, di stasiun 5 sebesar 17.697 ind/mL dengan nilai rata-rata kelimpahan sebesar ± 32.607 ind/mL. Jumlah kelimpahan yang didapatkan menunjukkan kelimpahan fitoplankton termasuk kedalam perairan eutrofik. Menurut Landner (1978) dalam Suryanto (2011), perairan oligotrofik memiliki kelimpahan fitoplankton berkisar antara 0-2.000 ind/mL, perairan mesotrofik memiliki kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2.000-15.000 ind/mL, perairan eutrofik memiliki kelimpahan fitoplankton >15.000 ind/mL.

Hasil rata-rata kelimpahan fitoplankton yang paling rendah terdapat pada minggu 1, sedangkan rata-rata kelimpahan fitoplankton yang paling tinggi terdapat pada minggu 2. Hal ini diduga karena jumlah nitrat pada minggu 2 lebih tinggi daripada pada minggu 1. Faktor yang menyebabkan tinggi rendahnya hasil kelimpahan fitoplankton yaitu nutrisi. Nitrat digunakan oleh fitoplankton sebagai sumber nutrisi untuk perkembangbiakan fitoplankton. Nitrat (NO_3^-) dan orthofosfat (PO_4^{2-}) merupakan nutrisi utama yang dibutuhkan fitoplankton untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya (Nybakken, 1992). Fitoplankton yang paling banyak ditemukan pada minggu 2 adalah Chrysophyta. Diduga tingginya

nilai nitrat pada pengamatan minggu 2 mempengaruhi jumlah Chrysophyta di waduk, karena saat pengamatan ditemukan paling banyak dari divisi Chrysophyta. Menurut Parsons (1978) dalam Mahmud (2012) diatom (Bacillariophyceae) merupakan kelompok fitoplankton yang lebih baik dan lebih cepat dalam merespon kenaikan nutrisi dibandingkan dengan kelompok fitoplankton lain. Menurut Sachlan (1972), bahwa fitoplankton kelas Bacillariophyceae ini bersifat kosmopolit dan cepat berkembang.

4.7.3 Kelimpahan Relatif

Nilai kelimpahan relatif selama 3 minggu pengamatan di Bendungan Bening, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, disajikan dalam grafik Gambar 8 dibawah ini;



Gambar 8. Grafik Kelimpahan Relatif Fitoplankton Selama 3 Minggu

Berdasarkan hasil pengamatan selama tiga minggu pada Tabel 8 diatas di Bendungan Bening, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, diperoleh kelimpahan relatif fitoplankton sebagai berikut;

Pada pengamatan minggu 1 diperoleh kelimpahan relatif fitoplankton dari divisi Chlorophyta sebesar 25,21 %, dari divisi Chrysophyta sebesar 38,77 %,

dari divisi Cyanophyta sebesar 34,50 dan dari divisi Dynophyta sebesar 1,51 %. Pada pengamatan minggu 2 diperoleh kelimpahan relatif fitoplankton dari divisi Chlorophyta sebesar 34,13 %, dari divisi Chrysophyta sebesar 34,52 %, dari divisi Cyanophyta sebesar 29,97 dan dari divisi Dynophyta sebesar 1,36 %. Pada pengamatan minggu 3 diperoleh kelimpahan relatif fitoplankton dari divisi Chlorophyta sebesar 51,93 %, dari divisi Chrysophyta sebesar 18,40 %, dari divisi Cyanophyta sebesar 28,57 dan dari divisi Dynophyta sebesar 1,10 %.

Kelimpahan relatif terbesar didapatkan dari divisi Chlorophyta pada pengamatan minggu 3. Hal ini diduga karena pada pengamatan minggu 3 diperoleh nilai ortofosfat yang lebih besar yaitu 0,037 mg/L. Hal ini sesuai dengan Wetzel (1975) dalam Subarijanti (1990), yang menyatakan bahwa pada kadar ortofosfat 0,02 – 0,05 ppm banyak tumbuh *chlorophyceae*. Fitoplankton divisi *chlorophyta* dapat menyimpan fosfat didalam tubuhnya sehingga pada saat penelitian ditemukan kelimpahan relatif terbesar pada minggu 3 dari divisi *chlorophyta* yang mampu memanfaatkan ketersediaan fosfat secara optimal diperairan dibandingkan fitoplankton divisi lainnya. Kelimpahan fitoplankton didalam perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti intensitas cahaya, nutrien, PH, oksigen terlarut dan karbondioksida (Boney, 1975).

4.7.4 Indeks Keragaman (H')

Nilai indeks keragaman selama 3 minggu pengamatan di Bendungan Bening, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, disajikan dalam Tabel 9 dibawah ini:

Tabel 9. Hasil Indeks Keragaman Fitoplankton Selama Tiga Kali Pengulangan

	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3
Chlorophyta	0,497762	0,517091	0,486128
Chrysophyta	0,521177	0,524106	0,441781
Cyanophyta	0,525525	0,517201	0,508048
Dynophyta	0,074125	0,067815	0,066773
TOTAL	1,618589	1,626212	1,502729

Tabel 9 di atas menunjukkan keanekaragaman fitoplankton di waduk selama tiga kali pengulangan. Pada minggu 1 keragaman yang diperoleh sebesar 1,6185, pada minggu 2 keragaman yang diperoleh sebesar 1,6262 dan pada minggu 3 keragaman yang diperoleh sebesar 1,5027.

Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman spesies yang tinggi apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu masing-masing spesies yang relatif merata (Barus, 2004 *dalam* Siregar, 2009). Keanekaragaman jenis (indeks diversitas) digunakan untuk mengukur tingkat keteraturan dan ketidakteraturan atau stabilitas suatu ekosistem. Dari segi ekologi, jumlah jenis dalam suatu ekosistem adalah penting karena keragaman jenis tampaknya bertambah bila komunitas menjadi makin stabil. Hal ini berarti bahwa semakin besar nilai indeks keanekaragaman (diversitas) jenis organisme pada perairan kolam maka semakin besar pula tingkat keteraturan atau stabilitas organisme tersebut didalam perairan (Krebs, 1978 *dalam* Apridayanti, 2008). Berdasarkan hasil secara keseluruhan dari data di atas, nilai indeks keanekaragaman (H') yang di dapat berkisar antara 1,5027 – 1,6262 yang termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang. Menurut Odum (1971) menggolongkan nilai indeks keanekaragaman sebagai berikut, keanekaragaman rendah apabila $H' < 1$, keanekaragaman sedang apabila $1 < H' < 3$ dan keanekaragaman tinggi apabila $H' > 3$.

4.8 Analisis Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini antara lain kualitas air biologi, fisika dan kimia. Parameter biologi meliputi klorofil-a dan fitoplankton, parameter fisika meliputi suhu dan kecerahan, sedangkan parameter kimia meliputi PH, oksigen terlarut, karbondioksida bebas, nitrat dan ortofosfat.

4.8.1 Parameter Fisika

A. Suhu

Suhu yang ada diperairan dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk kedalam air (Subarijanti, 1994). Hasil pengukuran suhu selama tiga kali pengulangan disajikan pada Tabel 10 dibawah ini:

Tabel 10. Hasil Pengukuran Suhu (°C)

Minggu	Stasiun					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	28	29	28,5	29,5	30	29
2	28,5	28	29	29	29,5	28,8
3	28	28,5	30	29	30	29,1
rata-rata	28,2	28,5	29,2	29,2	29,8	

Pengukuran suhu selama tiga minggu pengamatan diperoleh kisaran suhu antara 28 - 30 °C. Pada minggu 1 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran suhu 28 – 30°C. Pada minggu 2 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran suhu 28 – 29,5°C. Pada minggu 3 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran suhu 28 – 30°C.

Nilai suhu tertinggi adalah 30 °C sedangkan nilai terendah adalah 28°C. Nilai kisaran suhu yang diperoleh merupakan kisaran yang dapat ditolerir oleh fitoplankton, sesuai dengan Effendi (2003) yang menyatakan bahwa 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° C – 35° C dan 20° C – 30° C. Nilai suhu yang didapatkan tinggi karena cuaca yang cerah sehingga cahaya matahari yang masuk kedalam perairan pada kondisi optimal dan tidak terhalangi oleh tutupan. Menurut Subarijanti (1994), suhu yang ada diperairan dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk kedalam air. Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu di perairan yaitu intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan, pertukaran panas yang terjadi antara air dan udara serta penutupan vegetasi (kanopi) dari pohon yang tumbuh di sekelilingnya (Barus, 1996).

B. Kecerahan

Faktor yang mempengaruhi nilai kecerahan antara lain waktu saat pengukuran, keadaan cuaca saat pengukuran, kekeruhan dan ketelitian orang saat melakukan pengukuran (Effendi, 2003). Hasil pengukuran kecerahan selama tiga kali pengulangan disajikan pada Tabel 11 dibawah ini:

Tabel 11. Hasil Pengukuran Kecerahan (cm)

Minggu	Stasiun					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	73	73,5	73,5	73,5	73,5	73,4
2	73,5	73,5	73,5	73	73	73,4
3	73	73,5	73	73,5	73,5	73,3
rata-rata	73,2	73,5	73,3	73,3	73,3	

Pengukuran kecerahan selama tiga minggu diperoleh kisaran nilai kecerahan antara 73 - 73,5 cm. Pada minggu 1 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran suhu 73 – 73,5 cm. Pada minggu 2 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran suhu 73 – 73,5 cm. Pada minggu 3 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran suhu 73 – 73,5 cm. Menurut Kordi dan Tancung (2007) kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan di pengaruhi oleh kekeruhan air. Kekeruhan itu sendiri dipengaruhi beberapa faktor yaitu: (1) benda – benda halus yang disuspensikan, seperti lumpur dan sebagainya, (2) adanya jasad – jasad renik (plankton) dan (3) warna air. Effendi (2003), menambahkan faktor yang mempengaruhi nilai kecerahan antara lain waktu saat pengukuran dan keadaan cuaca.

4.8.2 Parameter Kimia

A. PH

Organisme yang ada di perairan memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam mentolelir PH perairan, kematian organisme perairan sering disebabkan oleh PH yang rendah dari pada PH yang tinggi (Pescod, 1973). Hasil pengukuran PH selama tiga kali pengulangan disajikan pada Tabel 12 dibawah ini:

Tabel 12. Hasil Pengukuran PH

Minggu	Stasiun					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	8	8	8	8	8	8
2	8	8	8	8	8	8
3	8	8	8	8	8	8
rata-rata	8	8	8	8	8	

Pengukuran PH selama tiga minggu diperoleh kisaran nilai PH 8. Pada minggu 1 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran PH 8. Pada minggu 2 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran PH 8. Pada minggu 3 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran PH 8. Nilai PH ini sesuai dengan kebutuhan plankton untuk perkembangan. Sesuai dengan pernyataan Swingle (1968) dalam Diansyah (2004) yang menjelaskan bahwa kisaran normal PH kehidupan biota termasuk plankton yaitu sebesar 6,5-8,5 yang mengindikasikan bahwa PH perairan dalam keadaan baik karena ketersediaan unsur hara sudah cukup untuk mendukung pertumbuhan fitoplankton.

B. Oksigen Terlarut

Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2000). Hasil pengukuran oksigen terlarut selama tiga kali pengulangan disajikan pada Tabel 13 dibawah ini:

Tabel 13. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/L)

Minggu	Stasiun					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	6,52	6,43	6,09	9,31	9,46	7,6
2	6,21	6,52	5,73	5,9	6,03	6,1
3	4,22	5,65	5,18	3,72	3,55	4,5
rata-rata	5,7	6,2	5,7	6,3	6,3	

Pengukuran oksigen terlarut selama tiga minggu diperoleh kisaran nilai 3,55 – 9,46 mg/L. Pada minggu 1 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran oksigen terlarut 6,09 – 9,46 mg/L. Pada minggu 2 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran oksigen terlarut 5,73 – 6,52 mg/L. Pada minggu 3 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran oksigen terlarut 3,55 – 5,65 mg/L. Oksigen terlarut merupakan hasil dari proses fotosintesis fitoplankton di perairan. Di dalam suatu perairan salah satu sumber oksigen yaitu dari difusi oksigen dari udara, hujan yang jatuh dan hasil proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan – tumbuhan air (Wirawan, 1995). Nilai oksigen terlarut yang diperoleh dapat memenuhi kebutuhan biota di perairan, sesuai dengan pernyataan Pescod (1973) dalam Suherman (2002) menyatakan bahwa kandungan oksigen terlarut 2 mg/L dalam perairan sudah cukup untuk mendukung kehidupan biota akuatik, asalkan perairan tersebut tidak mengandung bahan-bahan yang bersifat racun.

C. Karbondioksida Bebas

Karbondioksida (CO_2) atau biasa disebut asam arang sangat mudah larut dalam suatu larutan (Kordi dan Tancung, 2007). Hasil pengukuran karbondioksida bebas selama tiga kali pengulangan disajikan pada Tabel 14 dibawah ini:

Tabel 14. Hasil Pengukuran Karbondioksida Bebas (mg/L)

Minggu	Stasiun					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	7,99	9,98	7,99	9,98	7,99	8,7
2	9,98	7,99	7,99	9,98	9,98	9,0
3	13,98	13,98	9,98	7,99	9,98	11,2
rata-rata	10,7	10,65	8,7	9,3	9,3	

Pengukuran karbondioksida bebas selama tiga minggu diperoleh kisaran nilai 7,99 – 13,98 mg/L. Pada minggu 1 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran oksigen terlarut 7,99 – 9,98 mg/L. Pada minggu 2 selama tiga kali

pengulangan diperoleh kisaran oksigen terlarut 7,99 – 9,98 mg/L. Pada minggu 3 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran oksigen terlarut 7,99 – 13,98 mg/L. Salah satu sumber energi dalam proses fotosintesis fitoplankton adalah karbondioksida. Menurut Kordi dan Andi (2005), salah satu senyawa yang digunakan oleh organisme perairan (fitoplankton) untuk melakukan proses fotosintesis yaitu karbondioksida. Tumbuhan renik yang ada di perairan membutuhkan CO₂ untuk melakukan proses fotosintesis. Akan tetapi meskipun karbondioksida berpengaruh besar terhadap kehidupan organisme tumbuhan air, jika CO₂ terlalu banyak akan menjadi racun bagi biota yang ada di dalamnya (Kordi dan Tancung, 2007).

D. Nitrat

Nitrat adalah bentuk utama nitrogen di perairan dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil (Bahri, 2006 dalam Hendrawati et al., 2008). Hasil pengukuran nitrat selama tiga kali pengulangan disajikan pada Tabel 15 dibawah ini:

Tabel 15. Hasil Pengukuran Nitrat (mg/L)

Minggu	Stasiun					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	0,507	0,495	0,978	0,198	0,483	0,532
2	0,532	0,458	0,681	0,78	0,445	0,613
3	0,285	0,26	0,285	0,346	0,321	0,299
rata-rata	0,441	0,404	0,648	0,441	0,416	

Pengukuran nitrat selama tiga minggu diperoleh kisaran nilai 0,198 – 0,978 mg/L. Pada minggu 1 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran nitrat 0,198 – 0,978 mg/L. Pada minggu 2 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran nitrat 0,445 – 0,780 mg/L. Pada minggu 3 selama tiga kali pengulangan diperoleh

kisaran nitrat 0,260 – 0,346 mg/L. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa tingkat kesuburan di perairan waduk Bening termasuk kedalam kategori oligotrofik. Sesuai dengan pernyataan Effendi (2003), nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0 – 1 mg/L, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1 – 5 mg/L dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5 – 50 mg/L. Salah satu unsur hara yang di butuhkan plankton untuk menunjang kehidupannya adalah nitrat nitrogen (Wardojo, 1975).

E. Ortofosfat

Phosphat memiliki tiga bentuk utama yaitu orthophosphat, metaphosphat (atau poliphosphat) dan phosphat organik terikat. Dalam air, bentuk poli akan berubah menjadi orto (Dini,2011). Hasil pengukuran ortofosfat selama tiga kali pengulangan disajikan pada Tabel 16 dibawah ini:

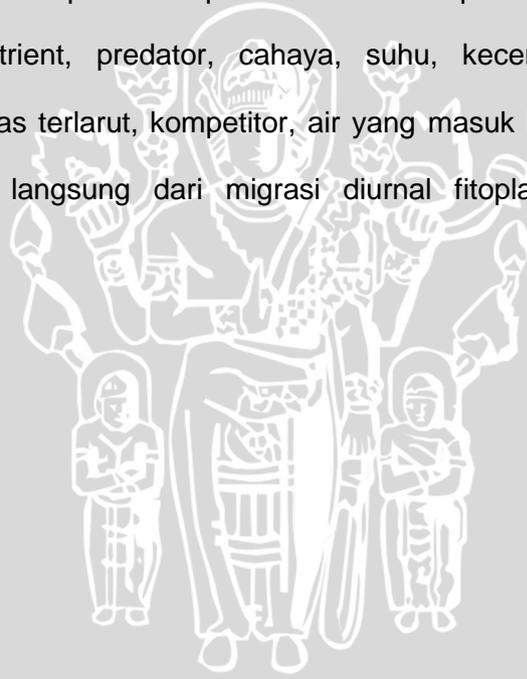
Tabel 16. Hasil pengukuran ortofosfat (mg/mL)

Minggu	Stasiun					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	0,027	0,024	0,025	0,025	0,032	0,027
2	0,014	0,019	0,031	0,027	0,032	0,023
3	0,031	0,037	0,038	0,043	0,036	0,037
rata-rata	0,024	0,027	0,031	0,032	0,033	

Pengukuran ortofosfat selama tiga minggu diperoleh kisaran nilai 0,014 – 0,043 mg/L. Pada minggu 1 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran nitrat 0,024 – 0,032 mg/L. Pada minggu 2 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran nitrat 0,014 – 0,032 mg/L. Pada minggu 3 selama tiga kali pengulangan diperoleh kisaran nitrat 0,031 – 0,043 mg/L. Nilai ortofosfat yang diperoleh dari penelitian termasuk dalam kondisi perairan mesotrofik menuju ke eutrofik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2003) berdasarkan kadar ortofosfatnya

perairan diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu: perairan oligotrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0.003 – 0.01 mg/L, perairan mesotrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0.011 – 0.03 mg/L, perairan eutrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0,031 – 0.1 mg/L. Jadi dapat disimpulkan bahwa kedua tambak termasuk kedalam klasifikasi perairan mesotrofik menuju ke eutrofik.

Didalam suatu perairan sering didapatkan adanya jumlah individu fitoplankton yang berlimpah pada suatu stasiun, sedangkan stasiun lainnya di perairan di perairan yang sama jumlah tersebut sangat sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi horizontal fitoplankton di suatu perairan tidak merata. Faktor-faktor yang mempengaruhi kelimpahan fitoplankton di suatu perairan adalah angin, arus, kandungan nutrient, predator, cahaya, suhu, kecerahan, alkalinitas, kekeruhan, pH, gas-gas terlarut, kompetitor, air yang masuk ke dalam perairan dan pengaruh tidak langsung dari migrasi diurnal fitoplankton itu sendiri (Indriyani, 2000).



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan di Waduk Bening Kecamatan Saradan Kabupaten Madiun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai klorofil-a yang didapatkan antara 7,616 – 22,848 mg/m³.
2. Tingkat kesuburan waduk berdasarkan indeks status trofik Carlson 1977 termasuk kedalam kategori eutrofik.
3. Nilai produktivitas primer yang didapatkan antara 2,883 – 5,635 g C/m³hari.
4. Nilai estimasi pendugaan produksi ikan di Waduk Bening Kecamatan Saradan Kabupaten Madiun adalah sebesar 1.368,85 ton ikan / tahun.

5.2 Saran

Berdasarkan data yang diperoleh selama penelitian menunjukkan keadaan waduk berada pada kondisi kesuburan tinggi, sehingga saran yang dapat diberikan adalah perlunya menjaga kualitas air waduk dengan tetap mempertahankan peraturan waduk bersih tanpa keramba ikan agar tidak terjadi pencemaran kualitas air yang disebabkan oleh sisa pakan ikan dan menjaga pola pertanian disekitar waduk agar masukan nutrien ke perairan tidak berlebihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apridayanti, E. 2008. *Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur*. Universitas Diponegoro Semarang
- Arfiati, D. 1991. *Survey Makro Invertebrata dan Fisika dan Kimia di Sungai Amprong, Malang, Jawa Timur*. LUW. UNIBRAW-FISH. Fisheries Project. Universitas Brawijaya. Malang
- _____. 2001. *Diktat Kuliah Limnologi Sub Bahasan Kimia Air*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UB. Malang
- Asmara, A. 2005. *Hubungan Struktur Komunitas Plankton Dengan Kondisi Fisika Kimia Perairan Pulau Pramuka Dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu*. FPIK IPB. Bogor, skripsi
- Asriyana dan Yuliana. 2012. *Produktivitas Perairan*. Penerbit PT Bumi Aksara. Jakarta
- Barus, T.A. 1996. *Metode Ekologis Untuk Menilai Kualitas Perairan Lotik*. Jurusan Biologi FMIPA USU. Medan
- _____. 2001. *Pengantar Limnologi*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Barnes, R.S.K. 1980. *The Unity and Diversity of Aquatic System*. In *Fundamentals of Aquatic Ecosystem*, edited by R.S.K. Barnes and K.H. Mann. Oxford, Blackwell Scientific Publications, pp. 5-23
- _____. and K.H. Mann. 1991. *Fundamental of Aquatic Ecology. 2nd Edition* Blackwell Science. London
- Beveridge, M.C.M. 1984. *Cage and Pen Fish Farming: Carrying Capacity Models and Environmental Impact*. FAO Fish Tech. Pap (225) 131 p
- _____. 2004. *Cage Aquaculture*. Ed ke-3. India: Replika Press Pvt Ltd
- Boney, C. E. 1975. *Water Quality in Water Fish Pond*. Auburn University. Agricultural Experiment Station. Auburn. 359 pp.
- Boyd, J.H. 1981. *Water Quality in warm water Fish Ponds*. Auburn University. Alabama
- _____. 1982. *Water Quality in warm water Fish Ponds*. Auburn University. Alabama
- Brahmana, S.S., Yani S. dan Firdaus A. 2010. *Kualitas Air dan Eutrofikasi Waduk Riam Kanan di Kalimantan Selatan*. Prosiding Seminar Nasional Limnologi V.
- Brotowidjoyo, M.D. 1995. *pengantar ilmu perairan dan budidaya air*. Liberty. Jogjakarta
- Carlson, R.E. 1977. *A Tropic State Indeks For Lakes*. Limnology and Oceanography

- Diansyah, G. 2004. Kualitas Perairan Pantai Pulau Batam, Kepulauan Riau Berdasarkan Karakteristik Fisika-Kimia dan Struktur Komunitas Plankton. Skripsi: Program Studi Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Dini, S. 2011. Evaluasi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta Tahun 2000 – 2010. Skripsi. Universitas Indonesia : Depok
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta
- Elfinurfajri, F. 2009. Struktur Komunitas Fitoplankton Serta Keterkaitannya Dengan Kualitas Perairan di Lingkungan Tambak Udang Intensif. Skripsi. Institut Pertanian Bogor : Bogor
- Ewusie. 1990. *Pengantar Ekologi Tropika*. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Haeruman, H. 1999. *Kebijakan Pengelolaan Damau dan Waduk Ditinjau dari Aspek Tata Ruang*. National Seminar and Workshop on Lake and Reservoir Management and Utilization. Bogor 30 November 1999. PPLH-IPB Bogor
- Hariyadi, S., Suryadiputra dan B. Widigdo. 2010. *Limnologi Metode Kualitas Air*. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- _____. 1992. *Limnologi Penuntun Praktikum dan Metode Analisa Kualitas Air*. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Henderson-Sellers, B. dan Markland H.R. 1987. *Decaying Lakes: the origins and control of cultural eutrophication*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester.
- Herawati, E.Y. 1989. *Pengantar Planktonologi (Phytoplankton)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UB. Malang.
- _____. dan Kusriani. 2005. *Planktonologi*, Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Kemka. 2006. *Eutrophication of Lakes In Urbanized Areas: The Case of Yaounde Municipal Lake In Cameroon, Central Africa. Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 11:47-55
- Kenchington, R.A., Hudson B.E.T. 1984. *Coral Reef Management Handbook*. Jakarta, Indonesia. UNESCO Regional Officer for Science and Technology in South-East Asia: 281p
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Muku Air Laut Untuk Biota Hidup.
- Kordi, M. G. H. dan Tancung A. B. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Maizar, A.S.H. 2006. *Planktonologi (Peranan Unsur Hara Bagi Fitoplankton)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UB. Malang.

- Mason, C. 2002. *Biology of Freshwater Pollution*. 4th Ed. China: Pearson Education Limited
- Meade, J.W. 1989. *Aquaculture Management*. An Avi Book, Van Nostrand Reinhold. 175p
- Munir, M. 2003. *Geologi Lingkungan*. Bayu Media. Malang
- Musa, M. 1997. *Komposisi Biomassa Dan Produktifitas Fitoplankton Serta Hubungannya Terhadap Fisika-Kimiawi Perairan Di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur*. Tesis. IPB.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta. Hal 367
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Penerjemah : H. Muhammad Eidman, Jakarta: PT Gramedia.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental Of Ecology*. W.B Saunders Co Ltd. Toppan Company Tokyo. Japan
- Pescod, M.B. 1973. Investigation of ration effluent and stream of tropical countries. Bangkok. AIT. 59
- Pitoyo, A. dan Wiryanto. 2001. *Jurnal Produktivitas Primer Perairan Waduk Cengklik Boyolali. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universita Negeri Surakarta: Surakarta*
- _____.2002. *Produktivitas Primer Perairan Waduk Cengklik Boyolali. Biodiversitas. Vol. 3 No. 1: 189-195*
- Pomeroy, L.R. 1980. *Detritus and Its Role As A Food Source*. In *Fundamentals of Aquatic Ecosystem*, edited by R.S.K. Barnes and K.H. Mann. Oxford, Blackwell Scientific Publications, pp. 84-102
- Prianto, T., Z. Ulqodry dan R. Aryawati. 2013. *Pola Sebaran Konsentrasi Klorofil-a di Selat Bangka dengan Menggunakan Citra Aqua-Modis*. Maspari Journal, Vol 5 (1), 22-33
- Prezelin, B.B. 1981. *Light Reaction In Photosynthesis dalam Physiological Bases of Phytoplankton Ecology* (T. Platt ed.) *Canadian Bulletin of Fish and Aquatic Science* 210 : 1 – 43
- Purnomo, K., Krismono dan Sarnita. 1993. *Penataan Ruang Beberapa Pengairan Waduk di Jawa dan Lampung dalam Rangka Pengembangan Usaha Perikanan*. Hal 68-71. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta
- _____, Andri dan Endi S.K. 2013. *Daya Dukung dan Potensi Ikan Waduk Sempor Di Kabupaten Kebumen Propinsi Jawa Tengah*. *Jurnal Lit Perikan Ind*. Vol 19 No 4: 203-212
- Riyono, S.H., Afdal dan A. Rozak. 2006. *Kondisi Perairan Teluk Klabat Ditinjau dari Kandungan Klorofil-a Fitoplankton*. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi*. No. 39 : 55 -73
- Ryding, S.O. dan W. Rast. 1989. *The Control of Eutrophication of Lakes and Reservoir*. The Porthenon. Publishing Group. New Jersey

- Sachlan, M. 1972. *Planktonologi*. Direktorat jendral perikanan. Departemen pertanian. Jakarta.
- Salmin. 2000. Kadar Oksigen Terlarut di Perairan Sungai Dadap, Goba, Muara Karang dan Teluk Banten. Dalam : Foraminifera Sebagai Bioindikator Pencemaran, Hasil Studi di Perairan Estuarin Sungai Dadap, Tangerang (Djoko P. Praseno, Ricky Rositasari dan S. Hadi Riyono,eds.) P3O - LIPI hal 42 – 46
- Sihombing, R.F., R. Afiani dan Hartoni. 2013. *Kandungan Klorofil-a Fitoplankton di Sekitar Perairan Desa Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan*. Ilmu Kelautan FMIPA Universitas Sriwijaya. *Maspari Journal*. 5 (1): 34-39
- Silalahi,J. 2009. *Analisis Kualitas Air dan Hubungannya Dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Perairan Balige Danau Toba*. Tesis. Universitas Sumatera Utara
- Sinurat, G. 2009. *Studi Tentang Nilai Produktivitas Primer di Pangururan Perairan Danau Toba*. Medan
- Sitorus, M. 2008. *Hubungan Produktivitas Primer Dengan Konsentrasi Klorofil-A Dan Factor Fisik Kimia Di Danau Toba, Balige, Sumatera Utara*. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Siregar, S. 2009. *Types and Diversity of Phytoplankton in Different Zones of The Koto Panjang Reservoir, Kampar, Riau, Indonesia*. Towards Sustainable Fisheries In South East Asia
- Subarijanti, H.U. 1990. *Diktat Kuliah Limnologi*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- _____. 2000. *Ekologi Perairan*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Penerbit
- Suherman, H., Iskandar., dan S. Astuti. 2002. Studi Kualitas Air Pada Petakan Pendederan Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) di Kabupaten Indramayu. Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran. Universitas Padjajaran : Bandung
- Suin, N. 2002. *Metoda Ekologi*. Penerbit Universitas Andalas. Padang.
- Sunarto, Sri A. dan Herman H. 2003. *Efisiensi Pemanfaatan Energi Cahaya Matahari Oleh Fitoplankton Dalam Proses Fotosintesis*. Jurnal Akuatika Vol 2 No. 2 / Februari 2004
- Suryanto, A.M. 2011. Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton Di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. Jurnal Kelautan Vol.4 No.2
- Suryono, T., Sunanisari S., Mulyana, Endang dan Rosidah. 2010. *Tingkat Kesuburan dan Pencemaran Danau Limboto Gorontalo*. Oseanologi dan Limnologi Indonesia. Pusat Penelitian Limnologi. LPI

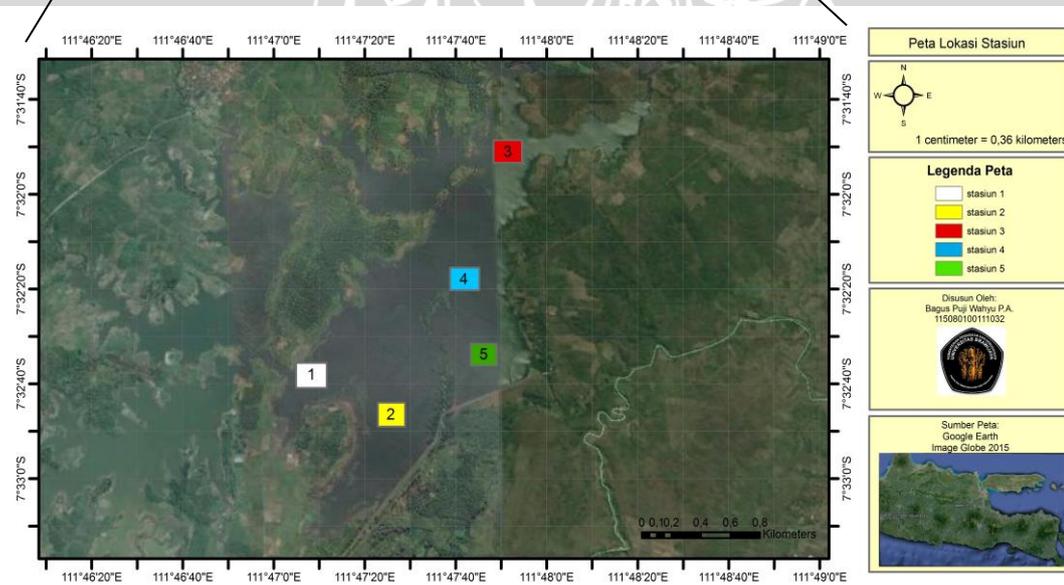
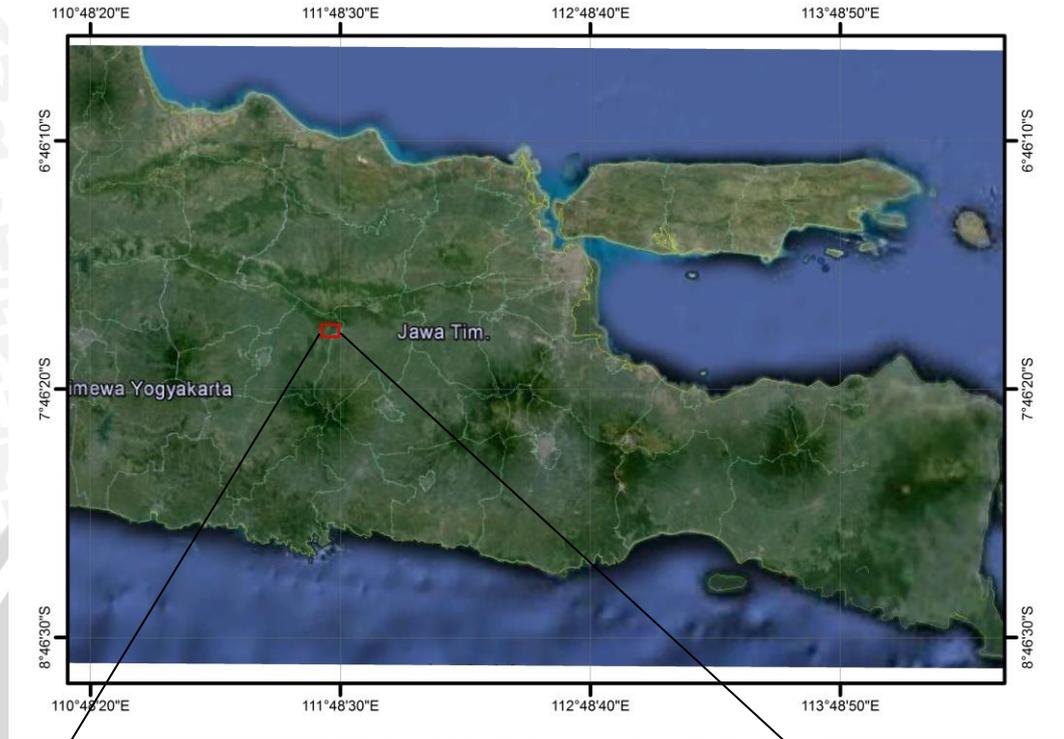
- Triatmo, B., Rustadi, Djumanto S.B., Priyono, Krismono, N. Sehenda dan Kartamihardja, E.S. 1997. *Status Perikanan di Waduk Sermo: Studi Biolimnologi*. Lembaga Penelitian UGM Bekerjasama dengan Agricultural Research Management Project. BPPP.
- Turner, G.E. 1988. *Codes of Practice and Manual of Procedures for Consideration on introductions and Transfer of Marine and Freshwater Organism*. EIFAC/CECPI. Occasional Paper No. 23, 44p
- Utomo, A.D., Mohammad R.R., Dinar D.A.P., Edward dan Saleh. 2011. *Keanekaragaman Plankton dan Tingkat Kesuburan Perairan Di Waduk Gajah Mungkur*. Balai Riset Perikanan Perairan Umum. Palembang
- Wardojo, S. 1975. *Pengelolaan Kualitas Air "Water Quality Management"*. Proyek Peningkatan Mutu Perguruan Tinggi. Fakultas perikanan IPB. Bogor
- Warsa, A. dan Kunto P. 2011. *Potensi Produksi Ikan dan Status Perikanan di Waduk Malahayu Kabupaten Brebes Jawa Tengah*. *Jurnal Lit Perikan Ind*. Vol 17 No 4: 229-237
- Wetzel, R.G. 1975. *Limnology*. Michigan State University. Sainders Co. New York
- Wiadnya, D.G.R. 1994. Bahan Referensi Kuliah Analisis Labotorium Tanah dan Air. Fakultas pascasarjana jurusan PTA Universitas Brawijaya. Malang
- Wirawan, I. 1995. *Limnology*. Jurusan Perikanan Uiversitas DR.Sutomo. Surabaya
- Yuliana. 2006. *Produktivitas Primer Fitoplankton pada Berbagai Periode Cahaya di Perairan Teluk Kao, Kabupaten Halmahera Utara*. *Jurnal Perikanan*. Vol VII (2); 215-222.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian

Alat dan Bahan yang digunakan			
Alat		Bahan	
1	Botol DO	1	Air Sampel
2	Plankton net	2	Indikator PP
3	Thermometer	3	Na ₂ CO ₃ 0.0454 N
4	Secchi disc	4	Asam Fenol Disulfonik
5	Kotak Standart pH	5	SnCl ₂
6	Beaker Glass	6	NaOH + KI
7	Pipet Tetes	7	NH ₄ OH 1:1
8	Pipet Volume	8	H ₂ SO ₄
9	Gelas Ukur	9	Lugol
10	Mikroskop	10	MnSO ₄
11	Spatula	11	Na ₂ S ₂ O ₃ 0.025 N
12	Hot Plate	12	Amylum
13	Botol Film	13	Ammonium Molybdate
14	Ember 5 Liter	14	pH Paper
15	Spektrofotometer	15	Aquadest
16	Washing Bottle	16	Kertas Saring
17	Cuvet	17	Tissue
18	Rak Cuvet	18	Kertas Label
19	Cawan Porselen	19	Selotip Bening
20	Buret	20	Es Batu
21	Statif	21	Aceton 90%
22	Erlenmeyer		
23	Stopwatch		
24	Botol Air Mineral		
25	Bola Hisap		
26	Objek Glass		
27	Cover Glass		
28	Cool Box		
29	Alat Tulis		

Lampiran 2. Lokasi Stasiun Pengambilan Sampel



Sumber Peta: Google Earth, Image Globe (2015)

Lampiran 3. Perhitungan Klorofil-a

❖ Perhitungan Klorofil-a

Minggu 1

Nilai panjang gelombang (Absorbansi)	Hasil per stasiun				
	1	2	3	4	5
630	0,023	0,003	0,011	0,002	0,014
647	0,021	0,001	0,009	-0,001	0,012
664	0,038	0,008	0,017	0,004	0,019
750	0,003	-0,008	-0,002	-0,013	-0,002

Minggu 2

Nilai panjang gelombang (Absorbansi)	Hasil per stasiun				
	1	2	3	4	5
630	0,012	0,015	0,006	0,032	0,017
647	0,009	0,013	0,005	0,030	0,017
664	0,022	0,022	0,021	0,056	0,037
750	-0,003	-0,001	-0,009	0,008	-0,001

Minggu 3

Nilai panjang gelombang (Absorbansi)	Hasil per stasiun				
	1	2	3	4	5
630	0,036	0,007	0,006	-0,002	0,007
647	0,030	0,007	0,007	-0,001	0,006
664	0,044	0,015	0,026	0,017	0,022
750	0,006	-0,006	-0,010	-0,017	-0,008

Perhitungan Klorofil-a (mg / m^3)			
PP (stasiun)	Waktu pengamatan per minggu		
	1	2	3
1	16,66	11,9	18,088
2	7,616	10,948	9,996
3	9,044	14,28	17,136
4	8,092	22,848	16,184
5	9,996	18,088	14,28

Minggu 1

- Stasiun 1

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,038 - 0,003) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,035) \times 10 \times 4 \\ &= 16,66 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 2

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,008 - (-0,008)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,016) \times 10 \times 4 \\ &= 7,616 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 3

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,017 - (-0,002)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,019) \times 10 \times 4 \\ &= 9,044 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 4

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,004 - (-0,013)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,017) \times 10 \times 4 \\ &= 8,092 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 5

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{664} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,019 - (-0,002)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,021) \times 10 \times 4 \\ &= 9,996 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

Minggu 2

- Stasiun 1

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,022 - (-0,003)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,025) \times 10 \times 4 \\ &= 11,9 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 2

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,022 - (-0,001)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,023) \times 10 \times 4 \\ &= 10,948 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 3

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,021 - (-0,009)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,030) \times 10 \times 4 \\ &= 14,28 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 4

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,056 - 0,008) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,048) \times 10 \times 4 \\ &= 22,848 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 5

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{664} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,037 - (-0,001)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,038) \times 10 \times 4 \\ &= 18,088 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

Minggu 3

- Stasiun 1

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,044 - 0,006) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,038) \times 10 \times 4 \\ &= 18,088 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 2

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,015 - (-0,006)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,021) \times 10 \times 4 \\ &= 9,996 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 3

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,026 - (-0,01)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,036) \times 10 \times 4 \\ &= 17,136 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 4

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{665} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,017 - (-0,017)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,034) \times 10 \times 4 \\ &= 16,184 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

- Stasiun 5

$$\begin{aligned}\text{Chl - a} &= 11,9(A_{664} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S} \\ &= 11,9 (0,022 - (-0,008)) \times 10/1 \times 1000/250 \\ &= (11,9 \times 0,030) \times 10 \times 4 \\ &= 14,28 \text{ mg / m}^3\end{aligned}$$

Mengubah Nilai Klorofil-a dari mg / m³ menjadi gr / m³

Stasiun	Klorofil-a (gr / m ³)		
	Waktu Pengamatan (minggu)		
	1	2	3
1	0,01666	0,0119	0,018088
2	0,007616	0,010948	0,009996
3	0,009044	0,01428	0,017136
4	0,008092	0,022848	0,016184
5	0,009996	0,018088	0,01428

Minggu 1

- 1) Chl-a / 1000 = 16,66 / 1000 = 0,01666 gr / m³
- 2) Chl-a / 1000 = 7,616 / 1000 = 0,007616 gr / m³
- 3) Chl-a / 1000 = 9,044 / 1000 = 0,009044 gr / m³
- 4) Chl-a / 1000 = 8,092 / 1000 = 0,008092 gr / m³
- 5) Chl-a / 1000 = 9,996 / 1000 = 0,009996 gr / m³

Minggu 2

- 1) Chl-a / 1000 = 11,9 / 1000 = 0,0119 gr / m³
- 2) Chl-a / 1000 = 10,948 / 1000 = 0,010948 gr / m³
- 3) Chl-a / 1000 = 14,28 / 1000 = 0,01428 gr / m³
- 4) Chl-a / 1000 = 22,848 / 1000 = 0,022848 gr / m³
- 5) Chl-a / 1000 = 18,088 / 1000 = 0,018088 gr / m³

Minggu 3

- 1) Chl-a / 1000 = 18,088 / 1000 = 0,018088 gr / m³
- 2) Chl-a / 1000 = 9,996 / 1000 = 0,009996 gr / m³
- 3) Chl-a / 1000 = 17,136 / 1000 = 0,017136 gr / m³
- 4) Chl-a / 1000 = 16,184 / 1000 = 0,016184 gr / m³
- 5) Chl-a / 1000 = 14,28 / 1000 = 0,01428 gr / m³

Lampiran 4. Perhitungan Produktivitas Primer

❖ Perhitungan produktivitas primer

Waktu (minggu)	Klorofil-a (gr / m ³) per stasiun				
	1	2	3	4	5
1	0,01666	0,007616	0,009044	0,008092	0,009996
2	0,0119	0,010948	0,01428	0,022848	0,018088
3	0,018088	0,009996	0,017136	0,016184	0,01428

Waktu (minggu)	Produktivitas Primer (gr C/m ² /hari) per stasiun				
	1	2	3	4	5
1	4,648044	2,883379	3,202052	2,992006	3,403631
2	3,785577	3,597847	4,230899	5,635674	4,887161
3	4,887161	3,403631	4,728607	4,566577	4,230899

Minggu 1

- Stasiun 1

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,01666)^{0,61} \\ &= 4,648044 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Stasiun 2

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,007616)^{0,61} \\ &= 2,883379 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Stasiun 3

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,009044)^{0,61} \\ &= 3,202052 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Stasiun 4

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,008092)^{0,61} \\ &= 2,992006 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Stasiun 5

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,009996)^{0,61} \\ &= 3,403631 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

Minggu 2

- Stasiun 1

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,0119)^{0,61} \\ &= 3,785577 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Stasiun 2

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,010948)^{0,61} \\ &= 3,597847 \text{ g C/m}^2/\text{har} \end{aligned}$$

- Stasiun 3

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,01428)^{0,61} \\ &= 4,230899 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

Minggu 3

- Stasiun 1

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,018088)^{0,61} \\ &= 4,887161 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Stasiun 2

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,009996)^{0,61} \\ &= 3,403631 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Stasiun 3

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,017136)^{0,61} \\ &= 4,728607 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Stasiun 4

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,022848)^{0,61} \\ &= 5,635674 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Stasiun 5

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,018088)^{0,61} \\ &= 4,887161 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Stasiun 4

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,016184)^{0,61} \\ &= 4,566577 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Stasiun 5

$$\begin{aligned} PP &= 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61} \\ &= 56,5 \times (0,01428)^{0,61} \\ &= 4,230899 \text{ g C/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$



Lampiran 5. Perhitungan Pendugaan Potensi ikan

Konversi Biomassa Ikan (gr C / m ² / hari)			
stasiun	waktu pengamatan per minggu		
	1	2	3
1	1,7316	1,4267	1,8364
2	1,2203	1,3853	1,3438
3	1,3002	1,5524	1,7665
4	1,2545	2,2203	1,6966
5	1,3438	1,8364	1,5524

Berat Basah Ikan (gr C ikan / m ² / hari)			
stasiun	waktu pengamatan per minggu		
	minggu 1	minggu 2	minggu 3
1	8,048	5,400	8,974
2	3,518	4,982	4,572
3	4,163	6,566	8,352
4	3,753	12,511	7,746
5	4,572	8,974	6,566

Potensi Waduk (gr ikan / 570.000 m ² / 365 hari)			
stasiun	waktu pengamatan		
	minggu 1	minggu 2	minggu 3
1	1.634.386.400	1.123.470.000	1.867.040.700
2	731.919.900	1.036.505.100	951.204.600
3	866.112.150	1.366.056.300	1.737.633.600
4	780.187.500	2.602.913.550	1.611.555.300
5	951.204.600	1.867.040.700	1.366.056.300

Potensi Waduk (ton ikan / 570.000 m ² / 365 hari)			
stasiun	waktu pengamatan		
	minggu 1	minggu 2	minggu 3
1	1.674,38	1.123,47	1.867,04
2	731,91	1.036,50	951,20
3	866,11	1.366,05	1.737,63
4	780,18	2.602,91	1.611,55
5	951,20	1.867,04	1.366,05

Tabel Konversi Beveridge

nilai PP / tahun	PP / hari (dibagi 365 hari)	% konversi
<1000	<2,74	1-1.2
1000-1500	2,74-4,11	1.2-1.5
1500-2000	4,11-5,48	1.5-2.1
2000-2500	5,48-6,85	2.1-3.2
2500-3000	6,85-8,26	3.2-2.1
3000-3500	8,26-9,59	2.1-1.5
3500-4000	9,59-10,96	1.5-1.2
4000-4500	10,96-12,33	1.2-1
>4500	>12,33	~1

Contoh Cara Perhitungan

$$PP = 4,648 \text{ gr C / m}^2 \text{ / hari} \quad PP = 4,11 - 5,48 \quad \% \text{ konversi} = 1,5 - 2,1$$

$$1) 5,48 - 4,11 = 1,37 \times 100 = 137 \text{ langkah}$$

$$2) 2,1 - 1,5 = 0,6$$

sehingga setiap langkah besarnya $0,6 : 137 = 0,00437$

$$3) \text{ Dari } 4,11 \text{ ke } 4,64$$

$$4,64 - 4,11 = 0,53 \times 100 = 53 \text{ langkah}$$

Jadi, persen konversi pada $PP = 4,64$ adalah $1,5 + (0,00437 \times 53) = 1,73161$

Nilai 1,73161 adalah hasil konversi berat basah ikan pada $PP 4,64 \text{ gr C / m}^2 \text{ / hari}$

Minggu 1

$$PP = 4,648 \text{ gr C / m}^2 \text{ / hari}$$

$$1 - 5,48 - 4,11 = 1,37 \times 100 = 137 \text{ langkah}$$

$$- 2,1 - 1,5 = 0,6 ; 0,6 : 137 = 0,00437$$

$$- 4,64 - 4,11 = 0,53 \times 100 = 53 \text{ langkah} ; 1,5 + (0,00437 \times 53) = 1,7316$$

$$PP = 2,883 \text{ gr C / m}^2 \text{ / hari}$$

$$2 - 4,11 - 2,74 = 1,37 \times 100 = 137 \text{ langkah}$$

$$- 1,5 - 1,2 = 0,3 ; 0,3 : 137 = 0,00218$$

$$- 2,88 - 2,74 = 0,14 \times 100 = 14 \text{ langkah} ; 1,2 + (0,00145 \times 14) = 1,2203$$

$$PP = 3,202 \text{ gr C / m}^2 \text{ / hari}$$

$$3 - 4,11 - 2,74 = 1,37 \times 100 = 137 \text{ langkah}$$

$$- 1,5 - 1,2 = 0,3 ; 0,3 : 137 = 0,00218$$

$$- 3,20 - 2,74 = 0,46 \times 100 = 46 \text{ langkah} ; 1,2 + (0,00218 \times 46) = 1,3002$$

$$PP = 2,992 \text{ gr C / m}^2 \text{ / hari}$$

$$4 - 4,11 - 2,74 = 1,37 \times 100 = 137 \text{ langkah}$$

$$- 1,5 - 1,2 = 0,3 ; 0,3 : 137 = 0,00218$$

$$- 2,99 - 2,74 = 0,25 \times 100 = 25 \text{ langkah} ; 1,2 + (0,00218 \times 25) = 1,2545$$

PP = 3,403 gr C / m² / hari

- 5 - 4,11 - 2,74 = 1,37 x 100 = 137 langkah
- 1,5 - 1,2 = 0,3 ; 0,3 : 137 = 0,00218
- 3,40 - 2,74 = 0,66 x 100 = 66 langkah ; 1,2 + (0,00218 x 66) = 1,3438

Minggu 2

PP = 3,785 gr C / m² / hari

- 1 - 4,11 - 2,74 = 1,37 x 100 = 137 langkah
- 1,5 - 1,2 = 0,3 ; 0,3 : 137 = 0,00218
- 3,78 - 2,74 = 1,04 x 100 = 104 langkah ; 1,2 + (0,00218 x 104) = 1,4267

PP = 3,597 gr C / m² / hari

- 2 - 4,11 - 2,74 = 1,37 x 100 = 137 langkah
- 1,5 - 1,2 = 0,3 ; 0,3 : 137 = 0,00218
- 3,59 - 2,74 = 0,85 x 100 = 85 langkah ; 1,2 + (0,00218 x 85) = 1,3853

PP = 4,230 gr C / m² / hari

- 3 - 5,48 - 4,11 = 1,37 x 100 = 137 langkah
- 2,1 - 1,5 = 0,6 ; 0,6 : 137 = 0,00437
- 4,23 - 4,11 = 0,12 x 100 = 12 langkah ; 1,5 + (0,00437 x 12) = 1,5524

PP = 5,635 gr C / m² / hari

- 4 - 6,85 - 5,48 = 1,37 x 100 = 137 langkah
- 3,2 - 2,1 = 1,1 ; 1,1 : 137 = 0,00802
- 5,63 - 5,48 = 0,15 x 100 = 15 langkah ; 2,1 + (0,00802 x 15) = 2,2203

PP = 4,887 gr C / m² / hari

- 5 - 5,48 - 4,11 = 1,37 x 100 = 137 langkah
- 2,1 - 1,5 = 0,6 ; 0,6 : 137 = 0,00437
- 4,88 - 4,11 = 0,77 x 100 = 77 langkah ; 1,5 + (0,00437 x 77) = 1,8364

Minggu 3

PP = 4,887 gr C / m² / hari

- 1 - 5,48 - 4,11 = 1,37 x 100 = 137 langkah
- 2,1 - 1,5 = 0,6 ; 0,6 : 137 = 0,00437
- 4,88 - 4,11 = 0,77 x 100 = 77 langkah ; 1,5 + (0,00437 x 77) = 1,8364

PP = 3,403 gr C / m² / hari

- 2 - 4,11 - 2,74 = 1,37 x 100 = 137 langkah
- 1,5 - 1,2 = 0,3 ; 0,3 : 137 = 0,00218
- 3,40 - 2,74 = 0,66 x 100 = 66 langkah ; 1,2 + (0,00218 x 66) = 1,3438

PP = 4,728 gr C / m² / hari

- 3 - 5,48 - 4,11 = 1,37 x 100 = 137 langkah
- 2,1 - 1,5 = 0,6 ; 0,6 : 137 = 0,00437
- 4,72 - 4,11 = 0,61 x 100 = 61 langkah ; 1,5 + (0,00437 x 61) = 1,7665

$$PP = 4,566 \text{ gr C / m}^2 \text{ / hari}$$

- 4 - $5,48 - 4,11 = 1,37 \times 100 = 137$ langkah
- $2,1 - 1,5 = 0,6$; $0,6 : 137 = 0,00437$
- $4,56 - 4,11 = 0,45 \times 100 = 45$ langkah ; $1,5 + (0,00437 \times 45) = 1,6966$

$$PP = 4,230 \text{ gr C / m}^2 \text{ / hari}$$

- 5 - $5,48 - 4,11 = 1,37 \times 100 = 137$ langkah
- $2,1 - 1,5 = 0,6$; $0,6 : 137 = 0,00437$
- $4,23 - 4,11 = 0,12 \times 100 = 12$ langkah ; $1,5 + (0,00437 \times 12) = 1,5524$

Kemudian dari nilai konversi biomassa ikan yang sudah didapatkan diatas,
dimasukkan kedalam persamaan berat basah ikan;

$$\text{Berat basah ikan (gr ikan / m}^2 \text{ / hari) = nilai konversi x nilai PP}$$

Minggu 1

- 1) Berat basah ikan = $1,7316 \times 4,648 = 8,048$ gr ikan / m² / hari
- 2) Berat basah ikan = $1,2203 \times 2,883 = 3,518$ gr ikan / m² / hari
- 3) Berat basah ikan = $1,3002 \times 3,202 = 4,163$ gr ikan / m² / hari
- 4) Berat basah ikan = $1,2545 \times 2,992 = 3,753$ gr ikan / m² / hari
- 5) Berat basah ikan = $1,3438 \times 3,403 = 4,572$ gr ikan / m² / hari

Minggu 2

- 1) Berat basah ikan = $1,4267 \times 3,785 = 5,400$ gr ikan / m² / hari
- 2) Berat basah ikan = $1,3853 \times 3,597 = 4,982$ gr ikan / m² / hari
- 3) Berat basah ikan = $1,5524 \times 4,230 = 6,566$ gr ikan / m² / hari
- 4) Berat basah ikan = $2,2203 \times 5,635 = 12,511$ gr ikan / m² / hari
- 5) Berat basah ikan = $1,8364 \times 4,887 = 8,974$ gr ikan / m² / hari

Minggu 3

- 1) Berat basah ikan = $1,8364 \times 4,887 = 8,974$ gr ikan / m² / hari
- 2) Berat basah ikan = $1,3438 \times 3,403 = 4,572$ gr ikan / m² / hari
- 3) Berat basah ikan = $1,7665 \times 4,728 = 8,352$ gr ikan / m² / hari
- 4) Berat basah ikan = $1,6966 \times 4,556 = 7,746$ gr ikan / m² / hari
- 5) Berat basah ikan = $1,5524 \times 4,230 = 6,566$ gr ikan / m² / hari

Berdasarkan perhitungan berat basah ikan diatas selanjutnya dihitung potensi ikan yang dapat didukung oleh waduk dengan luas perairan 5,7 km² atau 570.000 m² kedalam rumus;

$$\text{Potensi ikan (gr ikan / tahun) = Berat basah ikan x luas perairan x waktu}$$

Minggu 1

- 1) Potensi ikan = $8,048 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 1.674.386.400 \text{ gr ikan / tahun}$
- 2) Potensi ikan = $3,518 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 731.919.900 \text{ gr ikan / tahun}$
- 3) Potensi ikan = $4,163 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 866.112.150 \text{ gr ikan / tahun}$
- 4) Potensi ikan = $3,753 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 780.187.500 \text{ gr ikan / tahun}$
- 5) Potensi ikan = $4,572 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 951.204.600 \text{ gr ikan / tahun}$

Minggu 2

- 1) Potensi ikan = $5,400 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 1.123.470.000 \text{ gr ikan / tahun}$
- 2) Potensi ikan = $4,982 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 1.036.505.100 \text{ gr ikan / tahun}$
- 3) Potensi ikan = $6,566 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 1.366.056.300 \text{ gr ikan / tahun}$
- 4) Potensi ikan = $12,511 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 2.602.913.550 \text{ gr ikan / tahun}$
- 5) Potensi ikan = $8.974 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 1.867.040.700 \text{ gr ikan / tahun}$

Minggu 3

- 1) Potensi ikan = $8,974 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 1.867.040.700 \text{ gr ikan / tahun}$
- 2) Potensi ikan = $4,572 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 951.204.600 \text{ gr ikan / tahun}$
- 3) Potensi ikan = $8,352 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 1.737.633.600 \text{ gr ikan / tahun}$
- 4) Potensi ikan = $7,746 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 1.611.555.300 \text{ gr ikan / tahun}$
- 5) Potensi ikan = $6,566 \times 570.000 \times 365 \text{ hari} = 1.366.056.300 \text{ gr ikan / tahun}$

Konversi Nilai Potensi Ikan dalam Ton

$$\text{Potensi Ikan (ton)} = \text{Potensi ikan (gr)} : 1.000.000$$

Minggu 1

- 1) Berat ikan (ton) = $1.674.386.400 : 1.000.000 = 1.674,38 \text{ ton ikan / tahun}$
- 2) Berat ikan (ton) = $731.919.900 : 1.000.000 = 731,91 \text{ ton ikan / tahun}$
- 3) Berat ikan (ton) = $866.112.150 : 1.000.000 = 866,11 \text{ ton ikan / tahun}$
- 4) Berat ikan (ton) = $780.187.500 : 1.000.000 = 780,18 \text{ ton ikan / tahun}$
- 5) Berat ikan (ton) = $951.204.600 : 1.000.000 = 951,20 \text{ ton ikan / tahun}$

Minggu 2

- 1) Berat ikan (ton) = $1.123.470.000 : 1.000.000 = 1.123,47 \text{ ton ikan / tahun}$
- 2) Berat ikan (ton) = $1.036.505.100 : 1.000.000 = 1.036,50 \text{ ton ikan / tahun}$
- 3) Berat ikan (ton) = $1.366.056.300 : 1.000.000 = 1.366,05 \text{ ton ikan / tahun}$
- 4) Berat ikan (ton) = $2.602.913.550 : 1.000.000 = 2.602,91 \text{ ton ikan / tahun}$
- 5) Berat ikan (ton) = $1.867.040.700 : 1.000.000 = 1.867,04 \text{ ton ikan / tahun}$

Minggu 3

- 1) Berat ikan (ton) = $1.867.040.700 : 1.000.000 = 1.867,04 \text{ ton ikan / tahun}$
- 2) Berat ikan (ton) = $951.204.600 : 1.000.000 = 951,20 \text{ ton ikan / tahun}$
- 3) Berat ikan (ton) = $1.737.633.600 : 1.000.000 = 1.737,63 \text{ ton ikan / tahun}$
- 4) Berat ikan (ton) = $1.611.555.300 : 1.000.000 = 1.611,55 \text{ ton ikan / tahun}$
- 5) Berat ikan (ton) = $1.366.056.300 : 1.000.000 = 1.366,05 \text{ ton ikan / tahun}$

Rata – rata Potensi Ikan (Ton) Tiap Minggu

Minggu 1

$$\bar{X}_1 = \frac{1.674,38 + 731,91 + 866,11 + 780,18 + 951,20}{5} = \frac{5.003,78}{5} = 1.000,756$$

Minggu 2

$$\bar{X}_2 = \frac{1.123,47 + 1.036,50 + 1.366,05 + 2.602,91 + 1.867,04}{5} = \frac{7.995,97}{5} = 1.599,194$$

Minggu 3

$$\bar{X}_3 = \frac{1.867,04 + 951,20 + 1.737,63 + 1.611,55 + 1.366,05}{5} = \frac{7.533,47}{5} = 1.506,694$$

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata} &= \frac{(1.000,756 \times 5) + (1.599,194 \times 5) + (1.506,694 \times 5)}{3 \times 5} \\ &= \frac{(5.003,78 + 7.995,97 + 7.533,47)}{15} = \frac{20.533,22}{15} = 1.368,85 \end{aligned}$$

Jadi produksi ikan di Waduk Bening, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun mencapai 1.368,85 ton ikan / tahun.

Lampiran 6. Kelimpahan Fitoplankton

Minggu 1

divisi	Genus	stasiun					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
Chlorophyta	<i>Actinastrum</i>	970	3879	0	0	0	970
	<i>Ankistrodesmus</i>	0	4849	485	0	485	1164
	<i>Chlorella</i>	2424	3879	4364	9212	11637	6303
	<i>Cosmarium</i>	1455	7758	970	2424	3879	3297
	<i>Crucigenia</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Crucigeniella</i>	0	485	0	0	970	291
	<i>Dictyosphaerium</i>	0	0	485	0	970	291
	<i>Kirchneriella</i>	970	485	485	0	0	388
	<i>Lagerheimia</i>	485	3394	0	0	970	970
	<i>Monoraphidium</i>	29092	25213	485	2909	10182	13576
	<i>Scnedesmus</i>	1455	485	0	485	0	485
	<i>Staurastrum</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Staurodesmus</i>	2424	4849	1455	2424	0	2230
	<i>Tetraedron</i>	0	2424	0	1455	970	970
SUBTOTAL		39274	57699	8728	18910	30061	30934
Chrysophyta	<i>Achnantheidium</i>	43638	109094	21819	22304	38789	47129
	<i>Botrydiopsis</i>	485	970	0	0	0	291
	<i>Gonyostomum</i>	485	0	0	0	485	194
SUBTOTAL		44607	110064	21819	22304	39274	47613
Cyanophyta	<i>Aphanocapsa</i>	3879	5333	0	3394	4364	3394
	<i>Chroococcus</i>	0	3879	2424	485	0	1358
	<i>Cyanodictyon</i>	2909	9697	0	0	6788	3879
	<i>Cylindrospermopsis</i>	2909	3879	0	0	0	1358
	<i>Merismopedia</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Phormidium</i>	40728	30546	2909	7758	16970	19782
	<i>Pseudanabaena</i>	6788	5818	4364	6303	11637	6982
<i>Synechocystis</i>	3394	12122	3879	5333	0	4946	
SUBTOTAL		60608	71275	13576	23273	39759	41698
Dynophyta	<i>Peridinium</i>	3394	12122	0	0	0	3103
	<i>Ceratium</i>	0	0	0	0	485	97
SUBTOTAL		3394	12122	0	0	485	3200
TOTAL		147883	251159	44122	64487	109579	123446
Rata-rata		36971	62790	11031	16122	27395	30861

Minggu 2

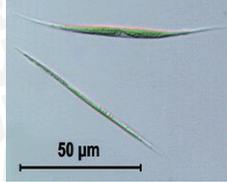
divisi	genus	stasiun					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
Chlorophyta	<i>Actinastrum</i>	2424	2424	2909	1939	1455	2230
	<i>Ankistrodesmus</i>	2424	9697	11637	1939	3394	5818
	<i>Chlorella</i>	0	3879	10667	0	3879	3685
	<i>Cosmarium</i>	970	1939	1455	4849	2909	2424
	<i>Crucigenia</i>	0	0	1455	0	1455	582
	<i>Crucigeniella</i>	0	0	1455	0	1939	679
	<i>Dictyosphaerium</i>	3879	1939	2909	8728	3394	4170
	<i>Kirchneriella</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Lagerheimia</i>	1455	1939	3879	0	5818	2618
	<i>Monoraphidium</i>	16970	24243	29092	7273	20849	19685
	<i>Scnedesmus</i>	2909	0	1455	2909	970	1649
	<i>Staurastrum</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Staurodesmus</i>	4849	3879	6303	4849	6303	5237
	<i>Tetraedron</i>	0	1939	2909	1939	3394	2036
SUBTOTAL		35880	51880	76123	34425	55759	50814
Chrysophyta	<i>Achnantheidium</i>	42183	58183	37819	43638	57214	47807
	<i>Botrydiopsis</i>	5818	0	0	970	0	1358
	<i>Gonyostomum</i>	0	1455	1939	1939	485	1164
SUBTOTAL		48001	59638	39759	46547	57699	50329
Cyanophyta	<i>Aphanocapsa</i>	5818	2424	0	0	970	1842
	<i>Chroococcus</i>	0	2424	0	2909	3394	1746
	<i>Cyanodictyon</i>	8243	3879	6788	9697	6303	6982
	<i>Cylindrospermopsis</i>	4364	5333	6788	3879	2909	4655
	<i>Merismopedia</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Phormidium</i>	8728	28122	20364	9697	9212	15225
	<i>Pseudanabaena</i>	5333	5818	4364	3879	2424	4364
	<i>Synechocystis</i>	14546	6788	4364	8728	10667	9018
SUBTOTAL		47032	54789	42668	38789	35880	43832
Dynophyta	<i>Peridinium</i>	6788	970	485	0	485	1746
	<i>Ceratium</i>	485	0	0	0	485	194
SUBTOTAL		7273	970	485	0	970	19340
TOTAL		138186	167277	159035	119761	150307	146913
Rata-rata		34546	41819	39759	29940	37577	36728

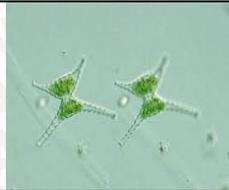
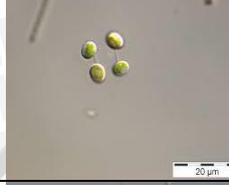
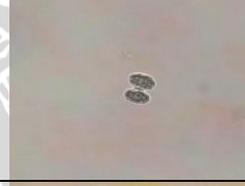
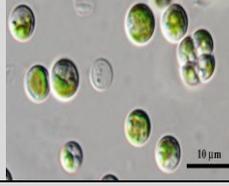
Minggu 3

divisi	genus	stasiun					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
Chlorophyta	<i>Actinastrum</i>	4849	2424	1939	1939	970	2424
	<i>Ankistrodesmus</i>	7273	4364	8728	5818	1939	5624
	<i>Chlorella</i>	7273	6303	970	2424	970	3588
	<i>Cosmarium</i>	18910	6788	8728	7273	4849	9309
	<i>Crucigenia</i>	1455	970	1455	485	0	873
	<i>Crucigeniella</i>	970	485	1939	0	485	776
	<i>Dictyosphaerium</i>	3879	2424	7273	2909	2909	3879
	<i>Kirchneriella</i>	1939	0	2424	1939	485	1358
	<i>Lagerheimia</i>	4364	0	2909	2424	1455	2230
	<i>Monoraphidium</i>	50911	26667	31516	16485	10182	27152
	<i>Scnedesmus</i>	2424	2424	2909	485	970	1842
	<i>Staurastrum</i>	970	485	0	0	0	291
	<i>Staurodesmus</i>	19879	2424	2424	2424	1939	5818
	<i>Tetraedron</i>	6303	3394	4849	3394	4364	4461
	SUBTOTAL		131398	59153	78063	48001	31516
Chrysophyta	<i>Achnantheidium</i>	36850	19879	32001	9212	15516	22692
	<i>Botrydiopsis</i>	4364	485	0	485	1939	1455
	<i>Gonyostomum</i>	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL		41213	20364	32001	9697	17455	24146
Cyanophyta	<i>Aphanocapsa</i>	2909	485	485	0	0	776
	<i>Chroococcus</i>	2424	3879	5818	970	970	2812
	<i>Cyanodictyon</i>	4364	6788	2909	485	1939	3297
	<i>Cylindrospermopsis</i>	10182	5818	8243	4849	1939	6206
	<i>Merismopedia</i>	3394	2424	4849	1455	970	2618
	<i>Phormidium</i>	1455	485	0	10182	9697	4364
	<i>Pseudanabaena</i>	3879	16485	21819	5333	970	9697
	<i>Synechocystis</i>	10182	4364	5333	2909	4364	5430
SUBTOTAL		38789	40728	49456	26183	20849	35201
Dynophyta	<i>Peridinium</i>	3879	0	970	1455	970	1455
	<i>Ceratium</i>	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL		3879	0	970	1455	970	1455
TOTAL		215279	120246	160489	85336	70790	130428
Rata-rata		53820	30061	40122	21334	17697	32607

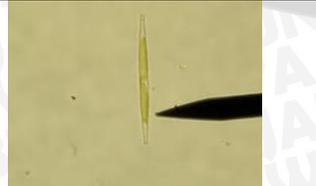
Lampiran 7. Klasifikasi Fitoplankton

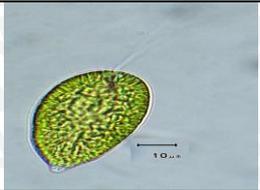
Divisi Chlorophyta

No.	Gambar Literatur	Gambar Pengamatan	Klasifikasi
1			Division: Chlorophyta Sub-Division: Chlorophyceae Order: Chlorococcales Family: Oocystaceae Genus: Kirchneriella
2			Division: Chlorophyta Sub-Division: Chlorophyceae Order: Chlorococcales Family: Scenedesmaceae Genus: Scenedesmus
3			Division: Chlorophyta Order: Chlorococcales Family: Oocystaceae Genus: Monoraphidium
4			Division: Chlorophyta Order: Chlorococcales Family: Oocystaceae Genus: Lagerheimia
5			Division: Chlorophyta Order: Chlorococcales Family: Chlorococcaceae Genus: Tetraedron
6			Division: Chlorophyta Order: Chlorococcales Family: Scenedesmus Genus: Crucigenia
7			Division: Chlorophyta Order: Chlorellales Family: Chlorellaceae Genus: Ankistrodesmus
8			Division: Chlorophyta Order: Chlorellales Family: Chlorellaceae Genus: Actinastrum

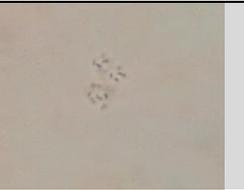
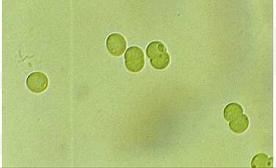
9			Division: Chlorophyta Order: Zygnematales Family: Desmidiaceae Genus: Staurostrum
10			Pylum: Chlorophyta Order: Chlorococcales Family: Scenedesmaceae Genus: Crucigeniella
11			Division: Chlorophyta Order: Chlorococcales Family: Dictyosphaeriaceae Genus: Dictyosphaerium
12			Division: Chlorophyta Order: Chlorococcales Family: Scenedesmaceae Genus: Tetrastrum
13	 <i>Staurodesmus sp.</i> cell division		Division: Chlorophyta Order: Zygnematales Family: Desmidiaceae Genus: Staurodesmus
14			Division: Chlorophyta Order: Chlorellales Family: Chlorellaceae Genus: Chlorella

Divisi Chrysophyta

NO.	Gambar Literatur	Gambar Pengamatan	Klasifikasi
1			Division: Bacillariophyta Class: Bacillariophyceae Order: Achnanthes Family: Achnanthesiaceae Genus: Achnanthes
2			Division: Ochrophyta Class: Coscinodiscophyceae Order: Fragillariales Family: Fragillariaceae Genus: Synedra

3			Division: Ochrophyta Class: Raphidomonadales Family: Vacuolariaceae Genus: Gonyostomum
4			Division: Ochrophyta Class: Xanthopyceae Order: Mischococcales Family: Botrydiopsidaceae Genus: Botrydiopsis

Divisi Cyanophyta

No.	Gambar Literatur	Gambar Pengamatan	Klasifikasi
1			Division: Cyanobacteria Order: Chroococcales Family: Synechococcaceae Genus: Cyanodictyon
2			Division: Cyanobacteria Order: Nostocales Family: Nostocaceae Genus: Cylandrospormopsis
3			Division: Cyanobacteria Order: Chroococcales Family: Merismopedia Genus: Merismopedia
4			Division: Cyanobacteria Order: Chroococcales Family: Merismopediaceae Genus: Aphanocapsa
5			Division: Cyanobacteria Order: Chroococcales Family: Chroococcaceae Genus: Chroococcus
6			Division: Cyanobacteria Order: Chroococcales Family: Merismopedia Genus: Synechocystis

7			Division: Cyanobacteria Order: Oscillatoria Family: Pseudanabaena Genus: Pseudanabaena
8			Division: Cyanobacteria Order: Oscillatoriales Family: Phormidiaceae Genus: Phormidium

Divisi Dynophyta

No.	Gambar Literatur	Gambar Pengamatan	Klasifikasi
1			Division: Dinophyta Order: Peridinales Family: Podolampaceae Genus: Peridinium
2			Division: Dinophyta Order: Peridinales Family: Ceratiaceae Genus: Ceratium