

**ANALISA POLA PERTUMBUHAN IKAN NILA BERDASARKAN NILAI
KLOROFIL-a DI WADUK SENGGURUH DI DESA SENGGURUH
KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG**

LAPORAN SKRIPSI

PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN

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

Oleh :

REDITYA ANGGRAINI DWI WIBOWO

NIM. 0810810059



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan ridho-Nya, penulis dapat menyajikan laporan penelitian skripsi dengan judul "Pengaruh Produktivitas Primer Terhadap Potensi Produksi Ikan di Waduk Sengguruh di Desa Sengguruh Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang" ini dapat diselesaikan. Adapun ucapan terima kasih tak lupa penulis persembahkan kepada pihak-pihak yang telah ikut serta dalam penyelesaian

1. Kepada kedua orang tua, ayah dan ibu serta kakak yang tak pernah lelah memberikan dukungan serta doa tanpa pamrih.
2. Kepada Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang telah memberikan fasilitas serta sarana selama penelitian.
3. Kepada Ir. Hj. Herwati Umi S, MS selaku pembimbing I dan Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si selaku dosen pembimbing II atas bimbingan, nasehat, serta pengetahuan yang telah diberikan.
4. Dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan namanya satu per satu, terima kasih atas bantuan moril maupun materiil hingga penelitian Skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini belum mencapai sempurna dan banyak kekurangan, maka penulis mengharapkan saran dan kritik agar dapat menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Mohon maaf jika ada kata-kata yang tidak berkenan, sekian dan terima kasih.

Malang,

PENULIS

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
RINGKASAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Kegunaan	5
1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pengertian Waduk	7
2.2 Fitoplankton	8
2.3 Pengertian Produktivitas Primer.....	8
2.4 Metode untuk Penentuan Produktivitas Primer	9
2.5 Klorofil-a.....	10
2.6 Metode Estimasi Produktivitas Primer dengan Klorofil-a.....	11
2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Klorofil-a`	12
2.7.1 Suhu	13
2.7.2 Kecerahan.....	13
2.7.3 Oksigen Terlarut (DO).....	14
2.7.4 Karbondioksida Bebas (CO ₂ bebas)	15
2.7.5 Derajat Keasaman pH.....	16
2.7.6 Nitrat	16
2.7.7 Ortofosfat	17
2.8 Pertumbuhan Ikan	18

III. MATERI DAN METODE 19

3.1 Materi Penelitian 19

3.2 Alat dan Bahan 19

3.3 Metode Penelitian 19

 3.3.1 Data Primer 19

 3.3.2 Data Sekunder 20

 3.3.3 Jumlah Sampel Ikan yang Diamati 21

 3.3.4 Metode Pengambilan sampel 21

3.4 Pengukuran Parameter Kualitas Air 21

 3.4.1 Parameter Fisika 21

 ➤ Suhu 21

 ➤ Kecerahan 22

 3.4.2 Parameter Kimia 22

 ➤ Oksigen Terlarut (DO) 22

 ➤ Derajat Keasaman (pH) 23

 ➤ Karbondioksida 23

 ➤ Fosfor (Ortofosfat) 24

 ➤ Nitrat 24

3.5 Analisa Plankton 25

 3.5.1 Teknik Pengambilan Contoh Fitoplankton 25

 3.5.2 Kelimpahan Plankton 25

 3.5.3 Identifikasi Plankton 26

3.6 Pengukuran Produktivitas Primer (Klorofil-a) 26

3.7 Pertumbuhan Ikan 27

3.8 Analisis Data 29

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 30

4.1 Keadaan Umum Lokasi 30

 4.1.1 Keadaan Geografis Waduk Sengguruh 30

 4.1.2 Sejarah Berdirinya Waduk Sengguruh 31

 4.1.3 Struktur Organisasi Pengelola Waduk Sengguruh 33

4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel 34

 4.2.1 Stasiun I 34

 4.2.2 Stasiun II 35

 4.2.3 Stasiun III 36

 4.2.4 Stasiun IV 36

4.3 Hasil Pengukuran Kualitas Air 37

 4.3.1 Parameter Fisika 37

 ➤ Suhu 37

 ➤ Kecerahan 39

 4.3.2 Parameter Kimia 40

 ➤ Derajat Keasaman (pH) 40

 ➤ Oksigen Terlarut (DO) 41

 ➤ Karbondioksida 42

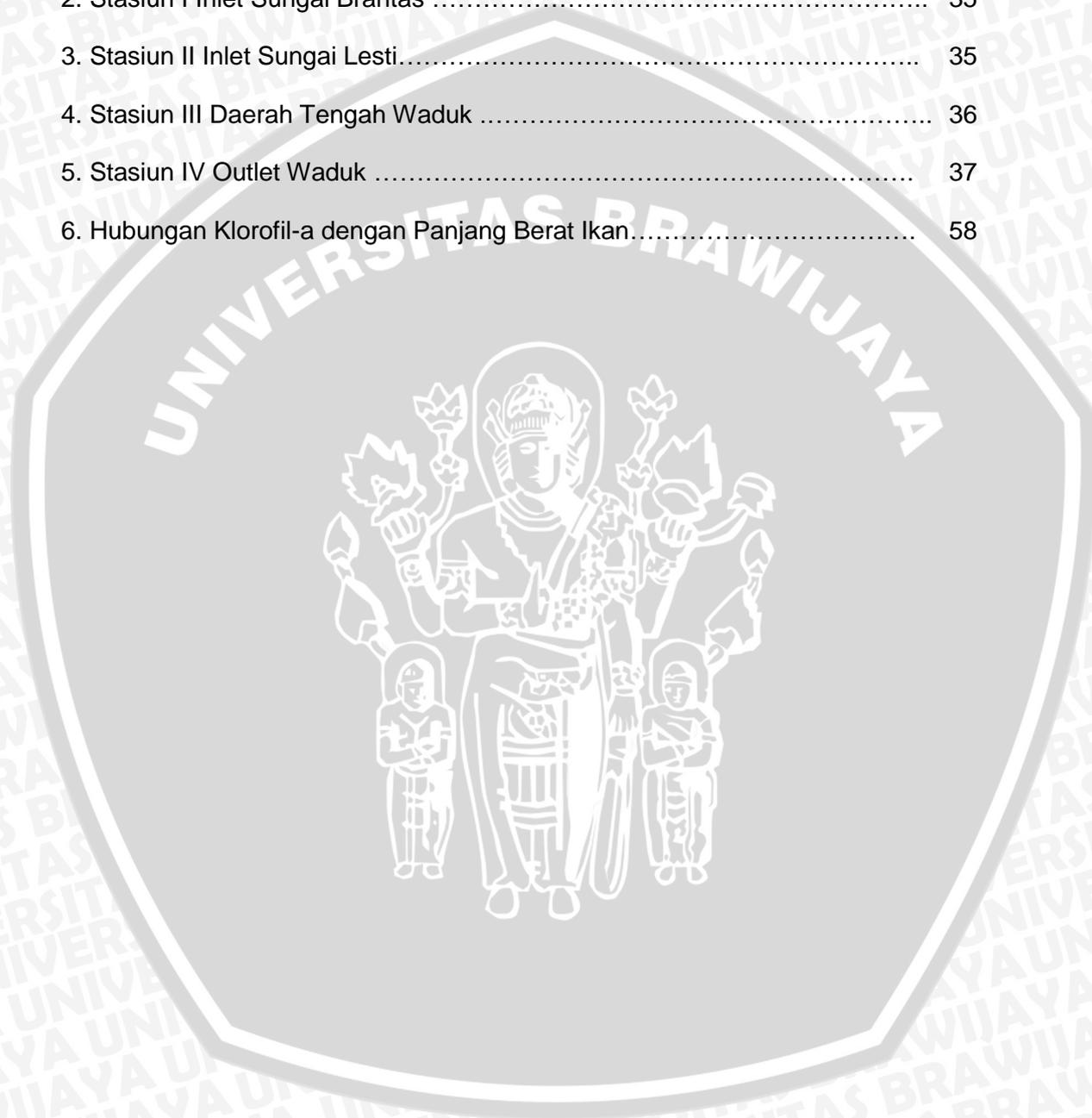


➤ Nitrat	43
➤ Fosfor (Ortofosfat)	44
4.3.3 Parameter Biologi.....	46
➤ Klorofil-a	46
➤ Fitoplankton	47
4.4 Jumlah Potensi Ikan di Waduk.....	51
4.4.1 Klasifikasi Ikan	52
4.4.2 Pertumbuhan Ikan.....	53
4.4.3 Hubungan Panjang dan Berat Ikan	54
4.4.4 Faktor Kondisi	56
4.5 Analisa Data	57
4.5.1 Hubungan Klorofil-a dengan Pertumbuhan Panjang Berat Ikan.....	58
V. KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN	65



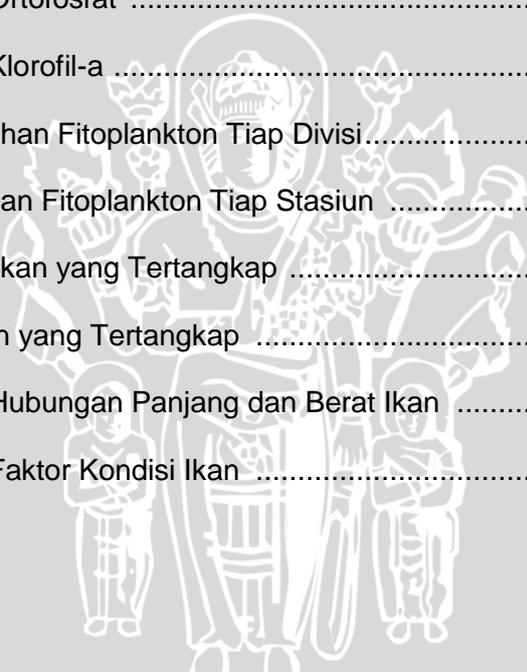
DAFTAR GAMBAR

1. Bagan Alir.....	4
2. Stasiun I Inlet Sungai Brantas	35
3. Stasiun II Inlet Sungai Lesti.....	35
4. Stasiun III Daerah Tengah Waduk	36
5. Stasiun IV Outlet Waduk	37
6. Hubungan Klorofil-a dengan Panjang Berat Ikan.....	58



DAFTAR TABEL

1. Hasil Pengukuran Suhu	38
2. Hasil Pengukuran Kecerahan.....	39
3. Hasil Pengukuran pH.....	40
4. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut.....	41
5. Hasil Pengukuran Karbon Dioksida.....	42
6. Hasil Pengukuran Nitrat	43
7. Hasil Pengukuran Ortofosfat	45
8. Hasil Pengukuran Klorofil-a	46
9. Hasil Total Kelimpahan Fitoplankton Tiap Divisi.....	48
10. Rata-rata Kelimpahan Fitoplankton Tiap Stasiun	49
11. Distribusi Panjang Ikan yang Tertangkap	55
12. Distribusi Berat Ikan yang Tertangkap	55
13. Hasil Pengukuran Hubungan Panjang dan Berat Ikan	56
14. Hasil Pengukuran Faktor Kondisi Ikan	57



DAFTAR LAMPIRAN

1. DaftarAlat dan Bahan.....	65
2. Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	66
3. Struktur Organisasi Jasa ASA I/1.....	67
4. Kelimpahan Fitiplankton Pada Pengamatan I	68
5. Kelimpahan Fitiplankton Pada Pengamatan II	69
6. Kelimpahan Fitiplankton Pada Pengamatan III	70
7. Kelimpahan Fitiplankton Pada Pengamatan IV.....	71
8. Analisa Hubungan Panjang Berat Ikan Minggu I	72
9. Analisa Hubungan Panjang Berat Ikan Minggu II	73
10. Analisa Hubungan Panjang Berat Ikan Minggu III	74
11. Analisa Hubungan Panjang Berat Ikan Minggu IV	75
12. Penentuan Range Panjang dan Berat Ikan	76



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesuburan perairan dengan mudah dapat diketahui dari produksi primernya (algae) sebagai makanan alami yaitu fitolankton yang memiliki klorofil-a dengan proses fotosintesis. Menurut Putri, *et al.*, (2012), Tingkat produktivitas suatu perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor, tiga faktor utama adalah ketersediaan nutrien, cahaya dan suhu. Nutrien dibutuhkan oleh fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang biak, cahaya dibutuhkan oleh fitoplankton untuk dapat melakukan proses fotosintesis, sedangkan suhu mempengaruhi laju fotosintesis dan distribusi fitoplankton di suatu kolom perairan.

Produktivitas primer dalam suatu perairan merupakan hasil proses fotosintesis yang terjadi dari tumbuhan air dan fitoplankton dimana hasil dari proses fotosintesis tersebut berupa senyawa organik dan oksigen yang sangat dibutuhkan oleh organisme lainnya di perairan seperti ikan sebagai konsumen. Proses fotosintesis dalam perairan sangat dipengaruhi oleh faktor konsentrasi klorofil-a, serta intensitas cahaya matahari. Dalam analisis kesuburan perairan terutama dalam pengukuran produktivitas primer, klorofil-a merupakan objek yang sering di teliti, dikarenakan kemurnian dari klorofil-a (Rahmat, *et al.*, 2012).

Menurut Samawi (2001) dalam Rasyid (2009), Produktivitas primer dalam pengertian umum adalah laju produksi bahan organik (C=karbon) melalui reaksi fotosintesis per satuan volume atau luas suatu perairan tertentu ($\text{mg C/m}^3/\text{hari}$ atau $\text{g C/m}^2/\text{tahun}$). Reaksi fotosintesis dapat terjadi pada semua tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil, dan dengan adanya cahaya matahari. Klorofil itu sendiri terdiri dari tiga jenis yaitu klorofil-a, b, dan c. Ketiga jenis klorofil ini sangat penting dalam proses fotosintesis tumbuhan yaitu suatu proses yang merupakan

dasar dari pembentukan zat-zat organik di alam. Kandungan klorofil yang paling dominan dimiliki oleh fitoplankton adalah klorofil-a. Oleh karena itulah klorofil-a dapat dijadikan sebagai salah satu indikator kesuburan perairan.

Fitoplankton memegang peranan dalam perairan, yaitu fungsi ekologisnya sebagai produsen primer dan awal mata rantai dalam jaring makanan menyebabkan fitoplankton sering dijadikan skala ukuran kesuburan yang merupakan makanan alami dalam perairan. Menurut Herawati dan Kusriani (2005), produsen adalah organisme yang memiliki kemampuan untuk menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi dalam melakukan aktivitas hidupnya, sedangkan konsumen adalah organisme yang menggunakan sumber energi yang dihasilkan oleh organisme lain. Zooplankton merupakan konsumen pertama yang memanfaatkan produksi primer yang dihasilkan fitoplankton. Peranan zooplankton sebagai mata rantai antara produsen primer dengan karnivora besar dan kecil dapat mempengaruhi kompleksitas rantai makanan dalam ekosistem perairan.

Waduk merupakan perairan lentik atau tenang yang banyak dimanfaatkan untuk pertanian, perikanan, sebagai pembangkit listrik dan pengendali banjir serta adanya berbagai aktivitas manusia sekitar waduk. Aktivitas - aktivitas tersebut yang dapat menyebabkan perubahan kondisi fisik, kimia dan produktivitas primer dari waduk, sehingga dapat mempengaruhi kehidupan organisme yang hidup di perairan waduk.

Pengelolaan perikanan di perairan waduk penting dan perlu dikembangkan agar sumberdaya hayati dapat lestari. Produksi fitoplankton dalam suatu perairan dapat diukur nilai produktivitas primer, sedangkan produktivitas primer sendiri sangat berperan untuk mengestimasi produksi ikan yang berada di suatu perairan tersebut. Sehingga dapat dikatakan bahwa pertumbuhan ikan yang terdapat di perairan waduk tersebut sangat dipengaruhi oleh tingkat produktivitas primer di

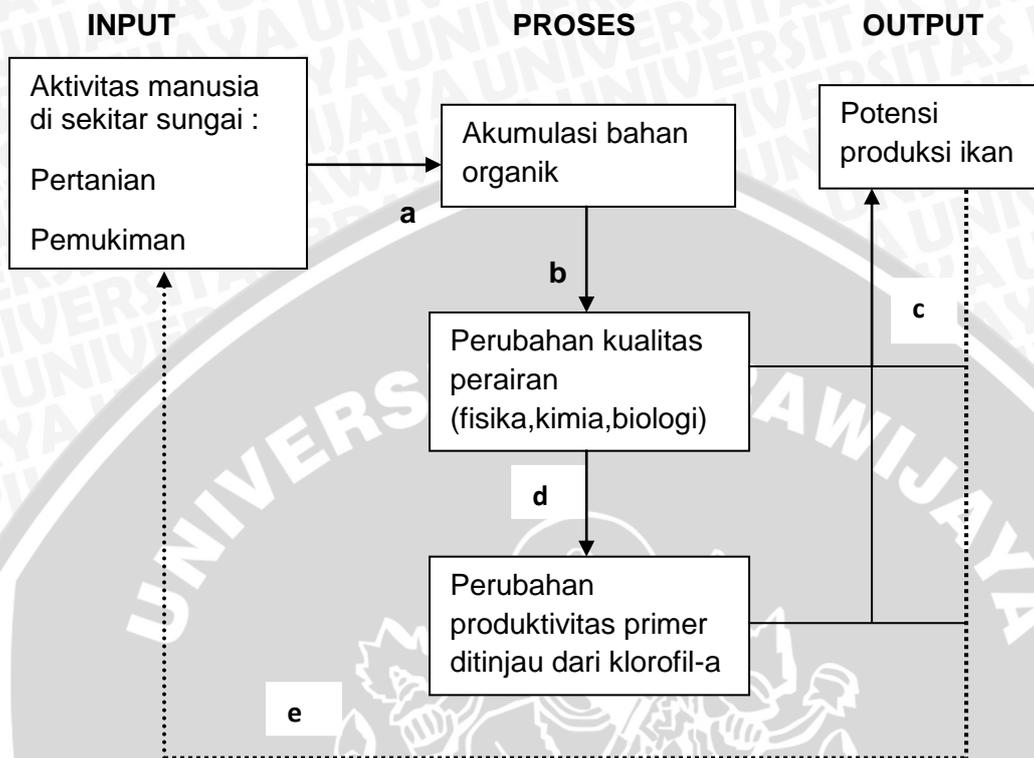
perairan tersebut. Menurut Rahmawaty (2002), Pembuatan waduk melalui pembendungan aliran sungai pada hakekatnya akan merubah ekosistem sungai dan daratan menjadi ekosistem waduk. Perubahan ini akan mempunyai dampak, baik positif maupun negatif terhadap sumberdaya dan lingkungannya. Dampak positif maupun negatif yang ditimbulkan adalah sesuai dengan fungsi waduk tersebut, sedangkan dampak negatif dan permasalahan yang paling menonjol dari daerah pemukiman penduduk sekitar waduk dengan adanya pengadaan lapangan kerja, hilangnya daratan, hutan, perkebunan, dan sumberdaya lainnya termasuk flora, fauna serta dampak ekologi yang merugikan lainnya baru akan terasa dalam jangka panjang.

Waduk Sengguruh merupakan waduk yang ada di Desa Sengguruh Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, terletak di selatan kota Malang sekitar 24 km. Lokasi waduk ini merupakan pertemuan dari aliran sungai Brantas dengan sumber mata air Gunung Anjasmoro dan aliran sungai Lesti dengan mata air Gunung Semeru. Waduk dibangun pada tahun 1982 dan selesai tahun 1989. Sebelum ada sampah waduk mampu memproduksi PLTA sebanyak 28 Mega Watt (MW), tetapi sekarang hanya 18 MW, berarti menurun 10 MW, dan untuk kedepannya mungkin bisa rusak atau tidak mampu memproduksi listrik lagi karena adanya endapan sampah yang mampu membuat ketahanan bendungan semakin berkurang sehingga rapuh. Sampah dan limbah ini berasal dari aktivitas rumah tangga ataupun kegiatan pertanian, dan adanya pencemaran limbah.

1.2 Rumusan Masalah

Berbagai aktivitas manusia yang terbawa sepanjang aliran sungai membuat penumpukan limbah organik maupun anorganik yang dapat menurunkan kualitas perairan waduk secara fisika, kimia dan produktivitas primernya yaitu fitoplankton.

Perubahan tersebut dapat mengakibatkan potensi produksi ikan di waduk terganggu. Permasalahan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Permasalahan

—————> berpengaruh langsung
> umpan balik

Keterangan:

- a. Input berasal dari sumber air yang masuk ke waduk Sengguruh yaitu berasal dari aliran sungai Brantas dan sungali Lesti dengan aktivitas manusia yaitu MCK, pertanian dan limbah pabrik kertas yang mempengaruhi kualitas air waduk Sengguruh. Hal ini dapat berdampak negatif jika dalam aktivitas manusianya tidak memperhatikan kapasitas dari perairan waduk sehingga menyebabkan perubahan kondisi perairan waduk.
- b. Adanya kegiatan manusia sepanjang aliran sungai dan pertanian menyebabkan bahan organik di perairan terakumulasi.

- c. Akumulasi bahan organik menyebabkan menurunnya kualitas air sungai yang secara tidak langsung mempengaruhi perubahan kualitas air waduk yang diteliti dari parameter fisika, kimia hingga biologi di perairan.
- d. Adanya akumulasi bahan organik di perairan yang membuat adanya perubahan kualitas perairan juga akan mempengaruhi produktivitas primer perairan. Khususnya fitoplankton yang memiliki kandungan klorofil-a untuk proses fotosintesis.
- e. Adanya perubahan kualitas air waduk di perairan yang kita teliti di waduk dapat digunakan sebagai informasi dalam pengelolaan potensi produksi ikan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui produktivitas primer di Waduk Sengguruh dengan menggunakan metode pengukuran klorofil-a.
2. Untuk mengetahui potensi produksi ikan di Waduk Sengguruh.

1.4 Kegunaan

Kegunaan penelitian ini adalah:

- a. Bagi Mahasiswa, sebagai pengetahuan tambahan untuk mata kuliah dalam Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan.
- b. Bagi peneliti atau lembaga ilmiah, sebagai salah satu masukan penyelesaian masalah dan penambah informasi tentang kesuburan perairan dengan mengukur produktivitas primer.
- c. Memberikan informasi kepada pihak terkait tentang kesuburan perairan waduk sehingga mempermudah pengelolaan serta pengembangan waduk.

1.5 Tempat Dan Waktu

Penelitian dilakukan di perairan Waduk Sengguruh, Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang. Pengukuran kualitas air dan pengamatan plankton dilakukan di laboratorium Ilmu-Ilmu Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya yang dilaksanakan pada bulan Juli 2014



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Waduk

Waduk Sengguruh merupakan waduk yang ada di daerah sebelah selatan dari Kota Malang. Manfaat dari pembangunan Waduk Sengguruh ini yang utama adalah untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dan juga digunakan untuk irigasi sawah-sawah yang letaknya cukup jauh dari waduk, sedangkan lahan sekitar waduk dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk perkebunan. Waduk sendiri merupakan perairan tawar yang dibangun sebagai penahan air buatan yang dapat menampung air dari aliran sungai. Waduk merupakan jenis perairan terbuka. Menurut Idrus dan Mayasari (2005), secara umum pembangunan waduk bertujuan untuk: (1) mengurangi dan mencegah banjir, (2) meningkatkan produksi pangan yaitu dengan membangun jaringan irigasi, (3) Pembangkit Listrik Tenaga Air, (4) Penyediaan air baku, (5) Transportasi air, (6) Perikanan, (7) Pariwisata.

Waduk mempunyai karakteristik yang berbeda dengan badan air lainnya. Waduk menerima masukan air secara terus menerus dari sungai yang mengalirinya sebagai inlet dari waduk. Air sungai ini banyak mengandung bahan organik dan anorganik yang dapat menyuburkan perairan waduk. Pada awal terjadinya inundasi (pengisian air), terjadi dekomposisi bahan organik berlebihan yang berasal dari perlakuan sebelum terjadi inundasi. Dengan demikian, jelas sekali bahwa semua perairan waduk akan mengalami eutrofikasi setelah 1–2 tahun karena sebagai hasil dekomposisi bahan organik. Eutrofikasi akan menyebabkan meningkatnya produksi ikan sebagai kelanjutan dari tropik level organik dalam suatu ekosistem (Wiadnya, *et al.*, 1993).

2.2 Fitoplankton

Fitoplankton merupakan organisme mikroskopis yang dapat berfotosintesis, habitatnya diseluruh permukaan perairan baik laut maupun tawar. Fitoplankton merupakan produsen primer, memanfaatkan karbon yang dilepas oleh organisme disekitar lingkungannya. Fitoplankton termasuk dalam rangkaian rantai makanan di dalam perairan. Fitoplankton merupakan setengah dari produsen primer dunia, sisanya adalah tanaman darat dan tanaman air (Ghosal, *et al.*, 2000).

Jenis-jenis fitoplankton yang ada di perairan antara lain Alga Hijau-Biru (Cyanophyta), Alga hijau (Chlorophyta), Alga Coklat-Emas (Chrysophyta), Diatom (Bacillariophyta), Cryptomonas (Cryptophyta), Dinoflagellata (Phyrrrophyta), Euglena (Euglenoid), Alga Coklat (Phaeophyta), Alga Kuning-Hijau (Xanthophyta) dan Alga Merah (Rhodophyta). Setiap kelas fitoplankton memiliki karakteristik dan respon yang berbeda-beda terhadap kondisi perairan (Wetzel, 1983).

Fitoplankton adalah plankton nabati yang banyak terdapat di kolam atau tambak yang cukup subur. Fitoplankton di perairan merupakan makanan alami bagi ikan maupun udang, biasanya tumbuh pada perairan yang dalam karena suhu yang tinggi dapat membatasi fitoplankton. Keberadaan fitoplankton di perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, misalnya suhu, pH, dan yang terutama adalah intensitas cahaya atau kekeruhan dan unsur hara (Subarijanti, 1990).

2.3 Pengertian Produktivitas Primer

Produktivitas primer adalah laju produksi karbon organik per satuan waktu yang merupakan hasil penangkapan energi matahari oleh tumbuhan hijau untuk diubah menjadi energi kimia melalui fotosintesis. Besarnya produktivitas primer suatu perairan mengindikasikan besarnya ketersediaan nutrien terlarut. Menurut Mahmudi (2010), Produksi primer didasarkan pada proses biokimia dari fotosintesis dimana energi matahari diikat secara biokimia. Peristiwa ini

melibatkan semua tumbuhan tingkat tinggi, algae, cyanobacteria dan juga bakteri-bakteri lain yang mengandung pigmen fotosintesis di dalam perairan.

Menurut Samingan 1980 *dalam* Subarijanti (1989), pengertian produktivitas primer dalam suatu perairan dapat dibedakan atas produktivitas primer kotor (*gross primary productivity*) dan produktivitas primer bersih (*net primary productivity*). Adapun yang dimaksud dengan produktivitas primer kotor adalah kecepatan atau angka fotosintesis seluruhnya, termasuk bahan yang habis digunakan dalam respirasi selama selang waktu pengukuran dan sering disebut dengan "total fotosintesis". Sedangkan yang dimaksud produktivitas primer bersih adalah kecepatan penyimpanan bahan organik didalam jaringan-jaringan tumbuhan kelebihan atau sisa penggunaan respirasi oleh tumbuhan selama waktu tertentu.

2.4 Metode Pengukuran Produktivitas Primer

Metode pengukuran produktivitas primer yang paling peka adalah metode karbon radioaktif. Metode ini mampu mengukur produktivitas primer bersih, dengan menggunakan botol yang mengandung radioaktif yang ditambahkan sebagai karbonat. Setelah beberapa waktu singkat, plankton atau tumbuhan air disaring dan diletakkan dalam alat penghitung. Melalui perhitungan yang baik dan pembentukan untuk "pengambilan waktu gelap" (penyerapan ^{14}C di dalam botol gelap), banyaknya CO_2 yang diikat dalam fotosintesis dapat ditentukan dari perhitungan radioaktif yang dibuat. Metode lain yang digunakan untuk pengukuran produktivitas primer adalah metode klorofil atau metode pH yang berguna dalam pengkajian mikro ekosistem laboratorium (Odum, 1971).

Pengukuran produktivitas primer pada umumnya didasarkan pada reaksi fotosintesis. Beberapa metode pengukuran produktivitas primer adalah: metode panen yang cocok untuk ekosistem pertanian; pengukuran oksigen, misalnya

dengan metode botol gelap dan botol terang, untuk ekosistem perairan; metode pH, yang cocok untuk ekosistem perairan; metode klorofil, yang pada dasarnya adalah mengukur kadar klorofil; metode radioaktif; dan metode CO₂ (Sofa, 2008). Menurut Wiryanto (2001), produktivitas primer dapat diukur dengan beberapa cara, misalnya dengan metode C14, metode klorofil, dan metode oksigen.

2.5 Klorofil-a

Menurut Fauzan dan Muklis (2008) dalam Nurul (2013), Klorofil-a merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan produktivitas primer. Kandungan klorofil-a dapat digunakan sebagai ukuran banyaknya fitoplankton pada suatu perairan tertentu dan dapat digunakan sebagai petunjuk produktivitas perairan. Klorofil-a berkaitan erat dengan produktivitas primer yang ditunjukkan dengan besarnya biomassa fitoplankton yang menjadi rantai pertama makanan ikan. Fitoplankton sebagai tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil mampu melaksanakan reaksi fotosintesis di mana air dan karbon dioksida dengan adanya sinar surya dan garam-garam hara dapat menghasilkan senyawa karbohidrat. Oleh karena itu kandungan klorofil-a dalam perairan merupakan salah satu indikator tinggi rendahnya kelimpahan fitoplankton atau tingkat kesuburan suatu perairan.

Arti dari klorofil a adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik. Klorofil ini berperan dalam proses fotosintesis dengan menyerap dan mengubah tenaga cahaya matahari menjadi tenaga kimia. Dalam proses fotosintesis tersebut, klorofil memiliki tiga fungsi utama yaitu;

- 1). Memanfaatkan energy matahari,
- 2). Memicu fiksasi CO₂ menjadi karbohidrat dan,
- 3) menyediakan dasar energetic bagi ekosistem secara keseluruhan.

Adanya klorofil dalam fitoplankton maupun tumbuhan air menyebabkan mereka bisa berfotosintesis, kemudian faktor-faktor lainnya menunjang keberlangsungan hidup dari organisme-organisme tersebut. Seperti kedalaman, berkaitan dengan

bagaimana cahaya bisa menembus memberikan cahayanya untuk dimanfaatkan dalam fotosintesis. Nutrient, unsur-unsur hara yang diperlukan oleh tumbuhan seperti yang telah disebutkan di atas masuk ke dalam perairan melalui daratan menyebabkan tumbuhan hidup subur dan bisa melakukan fotosintesis (Rahmat, *et al.*, 2012).

2.6 Metode Estimasi Produktivitas Primer Dengan Klorofil-a

Menurut Samawi (2001) dalam Rasyid (2009), Produktivitas primer dalam artian umum adalah laju produksi bahan organik (C=karbon) melalui reaksi fotosintesis per satuan volume atau luas suatu perairan tertentu ($\text{mg C/m}^3/\text{hari}$ atau $\text{g C/m}^2/\text{tahun}$). Reaksi fotosintesis dapat terjadi pada semua tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil, dan dengan adanya cahaya matahari. Fitoplankton terdapat pada perairan, mulai dari permukaan sampai pada kedalaman yang dapat ditembus cahaya matahari. Klorofil itu sendiri terdiri dari tiga jenis yaitu klorofil-a, b, dan c. Ketiga jenis klorofil ini sangat penting dalam proses fotosintesis tumbuhan yaitu suatu proses yang merupakan dasar dari pembentukan zat-zat organik di alam. Kandungan klorofil yang paling dominan dimiliki oleh fitoplankton adalah klorofil-a. Oleh karena itulah klorofil-a dapat dijadikan sebagai salah satu indikator kesuburan perairan.



Klorofil adalah pigmen hijau yang terdapat pada tumbuhan. Klorofil-a merupakan tipe klorofil yang paling umum dari tumbuhan, kegunaannya bagi tanaman untuk fotosintesis. Ada dua macam klorofil yang terdapat pada tanaman dan alga hijau, yaitu klorofil-a dan klorofil-b. Kedua klorofil tersebut menyerap cahaya paling kuat pada spectrum merah dan ungu. Cahaya hijau hanya sedikit sekali yang diserap, oleh karena itu pada saat cahaya menyinari klorofil yang

memiliki struktur seperti daun, cahaya hijau diteruskan dan dipantulkan sehingga struktur klorofil kelihatan berwarna hijau (Sitorus, 2009).

2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Klorofil-a

Faktor utama yang mengakibatkan tinggi dan rendahnya konsentrasi klorofil-a tersebut adalah faktor kimia yaitu nutrient, pH, CO₂, dan Oksigen terlarut. Nutrien adalah semua unsur dan senyawa yang dibutuhkan oleh tumbuhan-tumbuhan dan berada dalam bentuk material organik (misalnya amonia, nitrat) dan anorganik terlarut (asam amino). Selain faktor nutrient, maka faktor lain yang kemungkinan mengakibatkan konsentrasi klorofil-a berbeda-beda pada perairan adalah faktor fisika yaitu suhu dan pencahayaan (Kecerahan). Cahaya yang masuk ke perairan akan digunakan oleh fitoplankton untuk proses fotosintesis. Cahaya dan suhu merupakan salah satu faktor yang menentukan distribusi klorofil-a di perairan (Simon, 2001).

Mahmudi (2010), menyatakan bahwa produktivitas primer di perairan alami tergantung pada energi radiasi yang terjadi yaitu pada :

- a. Intensitas dan kualitas cahaya
- b. Suplai karbon
- c. Pergerakan air
- d. Kebutuhan nutrient dan keseimbangan materi alga.

2.7.1 Suhu

Pola suhu dari ekosistem air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya, ketinggian geografis dan juga oleh faktor kanopi (penutupan oleh vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh di tepi. Di samping itu pola suhu perairan dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor antropogen (faktor yang diakibatkan oleh aktivitas manusia) seperti limbah panas yang berasal dari air pendingin pabrik,

penggundulan DAS yang menyebabkan hilangnya perlindungan, sehingga badan air terkena cahaya matahari secara langsung (Barus, 2002).

Menurut Haslam (1995) dalam Effendi (2003), suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang “latitude”, ketinggian dari permukaan laut “altitude”, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai untuk pertumbuhannya. Misalnya, algae dari divisi Chlorophyta dan Diatom akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut-turut 30°C - 35°C dan 20°C - 30°C . Divisi Cyanophyta lebih dapat bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan Chlorophyta dan Diatom. Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan reaksi kimia perairan. Kisaran suhu yang baik bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20°C - 30°C .

2.7.2 Kecerahan

Intensitas cahaya merupakan faktor terpenting terutama sinar matahari yang merupakan sumber energi dalam suatu ekosistem, yang oleh tumbuhan dapat diubah menjadi energi kimia melalui proses fotosintesis. Pembentukan jaringan hidup selanjutnya tentu saja tergantung pula pada kemampuan tumbuhan menyerap berbagai bahan mineral dari dalam tanah yang seterusnya diolah menjadi bahan organik dalam tubuh dengan proses metabolisme (Subarijanti, 1989).

Kecerahan adalah sebagian cahaya yang diteruskan kedalam air dan dinyatakan dengan persen (%). Kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan “turbidity” air. Kekeruhan

dipengaruhi oleh benda-benda halus yang disuspensikan seperti lumpur, adanya jasad-jasad renik (plankton) dan warna air (Kordi dan Andi, 2007).

Kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan yang ditentukan secara visual dengan menggunakan alat secchi disk. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan dan padatan tersuspensi serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain. Di perairan cahaya memiliki fungsi sebagai sumber energi bagi fotosintesis algae dan tumbuhan air (Effendi, 2003).

2.7.3 Oksigen Terlarut (DO)

Sumber oksigen terlarut berasal dari difusi oksigen dari atmosfer ke dalam badan air. Difusi juga dapat terjadi karena agitasi atau pergolakan massa air akibat adanya gelombang atau ombak dan air terjun. Pada hakikatnya difusi oksigen dari atmosfer ke perairan berlangsung relatif lambat, meskipun terjadi pergolakan massa air. Oleh karena itu, sumber utama oksigen di perairan adalah fotosintesis. Pada perairan tergenang oksigen lebih banyak dihasilkan oleh fotosintesis alga yang banyak terdapat pada epilimnion. Pada perairan tergenang yang dangkal dan banyak ditumbuhi tanaman air pada zona litoral, oksigen lebih banyak dihasilkan oleh aktivitas fotosintesis tumbuhan air. Pada perairan tawar, kadar oksigen terlarut berkisar antara 15 mg/liter pada suhu 0°C dan 8 mg/liter pada suhu 25°C, sedangkan kadar oksigen terlarut di perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/liter (Effendi, 2003).

Perairan dengan densitas (kepadatan) fitoplankton yang tinggi mempunyai kecepatan produksi oksigen yang lebih tinggi di dekat permukaan daripada di perairan yang kepadatan fitoplankton kurang. Fitoplankton paling banyak di dekat permukaan dan menurun dengan bertambahnya kedalaman. Konsentrasi DO juga berkurang dengan berjalannya waktu karena adanya proses respirasi, sehingga lapisan dasar perairan menjadi anaerobik (Mahmudi, 2010).

Oksigen terlarut (DO) adalah salah satu jenis gas terlarut dalam air dengan jumlah sangat banyak yaitu menempati urutan kedua setelah nitrogen. Oksigen menempati urutan teratas jika dilihat dari segi kepentingan budidaya perairan. Oksigen terlarut diperlukan biota air untuk pernafasannya. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga jika ketersediaannya dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya maka segala aktivitas biota akan terhambat (Kordi dan Andi, 2007).

2.7.4 Karbondioksida bebas (CO₂ bebas)

Sumber karbon utama di bumi adalah atmosfer dan perairan terutama laut. Laut mengandung karbon lima puluh kali banyak dari pada karbon di atmosfer. Perpindahan karbon dari atmosfer ke laut terjadi melalui proses difusi. Karbon yang terdapat di laut cenderung mengatur karbondioksida di atmosfer. Karbon yang terdapat di atmosfer dan perairan diubah menjadi karbon organik melalui proses fotosintesis, kemudian masuk kembali ke atmosfer melalui proses respirasi dan dekomposisi yang merupakan proses biologis makhluk hidup (Effendi, 2003).

Karbondioksida (CO₂) merupakan gas yang dibutuhkan oleh tumbuhan air renik maupun tingkat tinggi untuk melakukan fotosintesis. Meskipun peranan karbondioksida sangat besar bagi kehidupan organisme air, namun kandungannya yang berlebihan sangat mengganggu bahkan menjadi racun

secara langsung bagi biota budidaya terutama di kolam dan tambak (Kordi dan Tancung, 2007).

Menurut Arfiati (2001) menjelaskan bahwa karbondioksida merupakan gas yang sangat diperlukan dalam proses fotosintesis. Di udara sangat sedikit \pm 0,033% dan di dalam air melimpah mencapai 12 mg/l. Sumber CO₂ dalam air adalah difusi dari udara, proses dekomposisi bahan organik, air hujan dan air bawah tanah maupun respirasi tanaman dan hewan.

2.7.5 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi dengan asam atau basa. Nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan. Kemampuan air untuk mengikat atau melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan tersebut bersifat asam atau basa. Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme air pada umumnya terdapat antara 7 sampai 8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Barus, 2002).

Derajat keasaman adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hydrogen dan menunjukkan suasana air apakah bereaksi asam atau basa. Kisaran pH air yang maksimal untuk produksi ikan adalah 6,5 sampai 9 (Boyd, 1981).

2.7.6 Nitrat (NO₃)

Nitrat adalah bentuk paling umum dari nitrogen anorganik campuran di sungai dan danau. Konsentrasi dan tingkat persediaan dihubungkan erat dengan penggunaan lahan di pinggiran sungai. Ion nitrat bergerak dengan mudahnya melalui tanah dan dengan cepat menghilang dari tanah. Perubahan alami pada vegetasi yang disebabkan kebakaran, banjir atau pembersihan yang dilakukan oleh manusia meningkatkan tingkat nitrat di sungai. Nitrogen yang berasal dari

penguraian pupuk pertanian dan limbah kota mempunyai peranan besar dalam meningkatkan nitrat di sungai dan danau (Horne dan Goldman, 1994).

Menurut Mahmudi (2010), Proses fotosintesis disamping dipengaruhi oleh intensitas cahaya, suhu, dan tersedianya klorofil juga dipengaruhi oleh suplai nutrisi, terutama oleh nitrogen (NO_3^-) dan fosfor (PO_4^{3-}) perbandingan nitrogen dan fosfor dalam proses fotosintesa sekitar 16:1. Apabila N dan P sangat terbatas, maka pertumbuhan tanaman akan terhambat. Nutrien pembatas ini akan menstimulir produktivitas primer sampai faktor-faktor lain menjadi nutrisi pembatas atau pemberi nutrisi. N dibutuhkan oleh semua organisme dan merupakan unsur protein dan substansi biokimia yang penting. N diambil oleh tanaman dari air dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-), tetapi sebelum diserap oleh jaringan, nitrat ini direduksi terlebih dahulu dengan katalis cahaya seperti pada proses dibawah ini :



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

2.7.7 Ortofosfat (PO_4)

Senyawa fosfat di perairan tidak ditemukan dalam bentuk bebas melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat). Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat terlebih dahulu sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfor. Berdasarkan kadar fosfat total, perairan diklasifikasikan menjadi tiga yaitu perairan dengan tingkat kesuburan rendah, yang memiliki kadar fosfat

total berkisar antara 0-0,02 mg/liter, perairan dengan tingkat kesuburan sedang yang memiliki kadar fosfat total 0,021–0,05 mg/liter dan perairan dengan tingkat kesuburan tinggi yang memiliki kadar fosfat total 0,051–0,1 mg/liter (Effendi, 2003).

Fosfor berasal terutama dari sedimen yang selanjutnya akan terinfiltrasi ke dalam air tanah dan akhirnya masuk ke dalam sistem perairan terbuka (sungai dan danau). Selain itu dapat berasal dari atmosfer dan bersamaan dengan curah hujan masuk kesumber sistem perairan (Barus, 2002).

2.8 Pertumbuhan Ikan

Pertumbuhan dapat dirumuskan sebagai pertambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu, sedangkan pertumbuhan bagi populasi sebagai pertambahan jumlah. Akan tetapi jika dilihat lebih lanjut, sebenarnya pertumbuhan itu merupakan proses biologi yang kompleks dimana banyak faktor mempengaruhinya. Faktor yang mempengaruhi ada dua yaitu faktor luar dan dalam. Faktor dalam diantaranya keturunan, sex, umur, parasit dan penyakit, sedangkan faktor luar yang utama mempengaruhi yaitu makanan dan suhu perairan. Pertumbuhan dalam individu yaitu pertambahan jaringan akibat dari pembelahan sel secara mitosis. Hal ini terjadi apabila ada kelebihan input energi dan asam amino (protein) berasal dari makanan. Makanan akan digunakan oleh tubuh untuk metabolisme dasar, pergerakan, produksi organ seksual, perawatan bagian-bagian tubuh atau mengganti sel-sel yang sudah tidak terpakai (Effendie, 2002).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Waduk Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang. Materi dalam penelitian ini adalah produktivitas primer dengan metode klorofil-a, parameter kualitas air meliputi :suhu, kecerahan, pH, CO₂ bebas, oksigen terlarut, nitrat, ortofosfat dan fitoplankton sebagai penunjang materi.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan penjelasan secara deskriptif, yaitu dengan mengadakan kegiatan pengumpulan, analisis dan interpretasi data yang bertujuan untuk membuat deskripsi mengenai keadaan yang terjadi pada saat penelitian. Observasi atau pengamatan langsung adalah pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang diselidiki (Suryabrata, 1994).

3.3.1 Data Primer

Data primer adalah pengambilan data yang dilakukan secara langsung pada obyek yang bersangkutan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan melalui wawancara dan observasi (Sudjana, 1999). Data primer disebut juga data tangan pertama, yaitu data yang diambil secara langsung dari subjek penelitian. Data primer yang diamati meliputi parameter fisika, kimia, produktivitas primer dan data pertumbuhan ikan.

a. Observasi

Menurut Arikunto (2002), observasi dapat disebut juga pengamatan, yang meliputi kegiatan pemusatan perhatian terhadap suatu obyek dengan menggunakan alat indera yaitu melalui penglihatan, penciuman, pendengaran, peraba dan pengecap. Dalam penelitian skripsi ini data primer melalui observasi dilakukan dengan cara pengamatan dan pencatatan secara langsung terhadap pengambilan sampel yang dilakukan sampai pengukuran kualitas air yang diambil yaitu meliputi parameter fisika, kimia, dan biologi perairan.

b. Wawancara

Wawancara adalah merupakan cara mengumpulkan data dengan cara tanya jawab sepihak yang dikerjakan secara sistematis dan berlandaskan pada tujuan penelitian. Dalam wawancara memerlukan komunikasi yang baik dan lancar antara peneliti dengan subyek sehingga akhirnya bisa didapatkan data yang dapat dipertanggung jawabkan secara keseluruhan (Natzir, 1983). Wawancara pada penelitian skripsi ini meliputi data dari Waduk Sengguruh yaitu sejarah berdirinya waduk, keadaan umum waduk, struktur organisasi, konstruksi waduk, kondisi air waduk, asal air waduk, sistem pengelolaan waduk, dan lain sebagainya.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti (Marzuki, 1986). Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari laporan-laporan berbagai penelitian, "browsing" internet seperti jurnal, literatur yang meliputi keadaan umum dan kondisi lokasi, letak geografis, dan struktur organisasi dari penelitian di Waduk Sengguruh yang ada di Kantor Perusahaan Umum (PERUM) Jasa Tirta Malang.

3.3.3 Jumlah sampel ikan yang diamati

Sampel ikan yang diamati didapatkan dari para pemancing yang ada di Waduk Sengguruh. Dari hasil wawancara langsung dengan para pemancing ikan yang didapatkan oleh pemancing berkisar rata-rata 20-30 ikan. Sehingga sampel ikan yang diamati dalam setiap minggu yaitu sebanyak ikan yang tertangkap oleh pemancing pada tiap minggu. Menurut Arikunto (2006), apabila sampel yang diperoleh kurang dari 100 maka lebih baik sampel diambil semua, sehingga penelitiannya merupakan data penelitian populasi. Jika populasi dalam suatu perairan besar yaitu lebih dari 100 maka dapat diambil sampel 10-15 % atau 20-25 % dapat juga lebih.

3.3.4 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di Waduk Sengguruh dengan pengamatan pada 4 stasiun selama 1 bulan dengan selang waktu selama 1 hari dalam seminggu. Hal ini dikarenakan sesuai dengan daur hidup fitoplankton yaitu antara 7-14 hari. Penetapan stasiun pengamatan dilakukan berdasarkan pada tata guna lahan yang ada disekitar waduk. Adapun stasiun pengambilan sampel tersebut adalah :

- Stasiun I : inlet 1 (dari aliran Sungai Brantas)
- Stasiun II : inlet 2 (dari aliran Sungai Lesti)
- Stasiun III: tengah perairan Waduk Sengguruh
- Stasiun IV: outlet perairan Waduk Sengguruh

3.4 Pengukuran Parameter Kualitas Air

3.4.1 Parameter Fisika

➤ Suhu

Menurut Ermawati (2012), pengukuran suhu dengan menggunakan alat yaitu thermometer Hg. Pengukuran suhu dilakukan dengan cara:

- Memasukkan thermometer ke dalam perairan sekitar 10 cm dan ditunggu sekitar 2 menit sampai air raksa dalam skala thermometer menunjuk atau berhenti pada skala tertentu
- Mencatat dalam skala °C
- Membaca skala pada thermometer pada saat masih dalam air dan jangan sampai tangan menyentuh thermometer

➤ Kecerahan

Menurut Ermawati (2012), pengukuran kecerahan dengan menggunakan alat yaitu *secchi disc*. Pengukuran kecerahan dilakukan dengan cara:

- Memasukkan atau menurunkan *secchi disc* dalam perairan secara perlahan hingga tidak tampak untuk pertama kali dan dicatat kedalamannya (d_1)
- Masukan *secchi disc* hingga benar-benar tidak tampak sama sekali
- Menarik secara perlahan hingga *secchi disc* sampai nampak pertama kali dan dicatat kedalamannya (d_2)
- Memasukkan data yang diperoleh ke dalam rumus :

$$\text{kecerahan} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Dimana: d_1 = "secchi disk" tidak terlihat untuk pertama kali

d_2 = "secchi disk" terlihat untuk pertama kali

3.4.2 Parameter Kimia

➤ Oksigen Terlarut (DO)

Menurut Halisa (2014), adapun cara untuk mengukur nilai DO yaitu sebagai berikut:

- Ukur dan catat volume botol DO yang akan digunakan
- Masukkan botol DO ke dalam air yang akan di ukur oksigennya seara perlahan-lahan dengan posisi miring dan diusahakan jangan sampai terjadi gelembung udara.
- Kemudian membuka botol yang berisi sampel dan ditambahkan 2 ml $MnSO_4$ dan 2 ml $NaOH + KI$ lalu bolak-balik sampai terjadi endapan kecoklatan. Kemudian diendapkan dan dibiarkan selama 30 menit.
- membuang filtrat (air bening diatas endapan) dengan hati-hati, kemudian endapan yang tersisa diberi 1-2 ml H_2SO_4 pekat dan kocok sampai endapan larut.
- memberi 3-4 tetes amylum, dititrasi dengan Na-thiosulfat ($N_2S_2O_3$) 0,025 N sampai jernih atau tidak berwarna untuk pertama kali.
- Catat ml Na-thiosulfat yang terpakai (ml titran)
- Menghitung kadar DO dengan rumus:

$$DO \text{ (mg/L)} = \frac{v \text{ (titran)} \times N \text{ (titran)} \times 8 \times 1000}{V \text{ botol DO} - 4}$$

Dimana : V = Volume botol DO

N = Normalitas larutan Natrium thiosulfat

v = ml larutan Natrium thiosulfat untuk titrasi

➤ **Derajat Keasaman (pH)**

Menurut Halisa (2014), pengukuran pH dengan menggunakan pH paper yaitu:

- Memasukkan pH paper ke dalam air sekitar 5 menit
- Mengkibas-kibaskan pH paper sampai setengah kering
- Mencocokkan perubahan warna pH paper dengan kotak standar

➤ **Karbondioksida (CO₂)**

Menurut Halisa (2014), Adapun cara untuk mengukur nilai CO₂ yaitu sebagai berikut:

- Memasukkan 25 ml air sampel kedalam erlenmeyer
- Menambahkan 1-2 tetes indikator PP
- Bila air berwarna merah berarti air tersebut tidak mengandung CO₂ bebas
- Bila air sampel tetap tidak berwarna, dititrasi dengan Na₂CO₃ 0,0454 N sampai warna menjadi merah (pink) pertama kali
- Menghitung kadar CO₂ dengan rumus:

$$\text{CO}_2 \text{ bebas (mg/L)} = \frac{\text{ml (titran)} \times \text{N (titran)} \times 22 \times 1000}{\text{ml air sampel}}$$

Dimana: N = Normalitas larutan Natrium Carbonat (0,0454)

ml titran = ml larutan Natrium Carbonat untuk titrasi

ml sampel = ml air sampel yang dititrasi.

➤ **Fosfor (ortofosfat)**

Menurut Halisa (2014), pengukuran ini dapat dilakukan dengan cara yaitu :

- Mengukur dan menuangkan 50 ml air sampel ke dalam erlenmeyer.
- Menambahkan 2 ml amonium molybdate dan mengocoknya.
- Menambahkn 5 tetes SnCl₂ dan mengocoknya.
- Memasukkannya dalam cuvet dan menganalisa dengan spektrofotometer.

➤ Nitrat

Menurut Halisa (2014), Pengukuran nitrat dapat dilakukan dengan cara yaitu :

- Menyaring 100 ml air sampel dan menuangkannya ke dalam cawan petri
- Menguapkan di atas hotplate sampai kering (terbentuk kerak)
- Mendinginkan dan menambahkan 2 ml asam fenol disulfonik dan mengaduknya dengan spatula
- Menambahkan aquadest sebanyak 10 ml
- Menambahkan NH_4OH sampai terbentuk warna
- Mengencerkan dengan aquadest sampai 100 ml
- Memasukkannya dengan cuvet dan menganalisis spektrofotometer.

3.5 Analisa Plankton

3.5.1 Teknik Pengambilan Fitoplankton

Menurut Hidayatullah (2012), prosedur pengambilan fitoplankton sebagai berikut :

1. Disiapkan plankton net
2. Dipasang botol film pada ujung plankton net dan diikat
3. Dikalibrasi dengan air bersih
4. Disaring air ke dalam plankton net sebanyak 25 L sambil digoyang-goyang
5. Dilepas botol film dari plankton net
6. Diawetkan plankton dengan larutan lugol

3.5.2 Kelimpahan Plankton

Untuk melihat kuantitas dari plankton maka perlu diketahui kelimpahannya.

Adapun prosedur perhitungan kelimpahan plankton dengan cara (modifikasi Eaton *et al.*, 1995). Dengan persamaan :

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

Keterangan :

T = Luas cover glass (mm²)

V = Volume konsentrat plankton dalam botol tampung

L = Luas lapang pandang dalam mikroskop (mm²)

v = Volume konsentrat plankton di bawah cover glass

P = Jumlah lapang pandang

W = Volume air sampel yang disaring

N = Jumlah plankton dalam sel/liter atau ind/ml

n = Jumlah plankton dalam bidang pandang

3.5.3 Identifikasi Plankton

Analisa plankton dilakukan untuk mengetahui struktur komunitas. Identifikasi plankton dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis plankton yang terdapat di perairan Waduk Sengguruh. Menurut Herawati (2005), prosedur identifikasi plankton sebagai berikut:

- Mengambil objek "glass" dan cover "glass"
- Membersihkan objek "glass" dan cover "glass" dengan aquades
- Mengambil sampel plankton dan kocok perlahan supaya plankton yang mengendap di dasar naik kepermukaan
- Menetesi objek "glass" dengan air sampel
- Metutup objek "glass" dengan cover "glass" dan diamati dibawah mikroskop
- Mengamati dan menggambar bentuk fitoplankton
- Mengidentifikasi jenis fitoplankton
- Identifikasi fitoplankton didasarkan dari Presscot (1979) dan Davis (1995).

3.6 Pengukuran Produktivitas Primer (Klorofil-a)

Prosedur pengukuran produktivitas primer dilakukan secara kuantitas. Kuantitas dapat diukur dengan menggunakan metode klorofil-a dan kelimpahan plankton. Adapun metode pengukuran klorofil-a menurut Hutagalung, *et al.*, (1997) adalah sebagai berikut :

- Pasang atau letakkan filter pada alat saring (filter holder).
- Sampel air (0,5–2 liter perairan pantai, 2–4 liter perairan lepas pantai) disaring.
- Bilas dengan 10 ml larutan magnesium karbonat, hisap kembali sampai filter tampak kering.
- Filter diambil dan bungkus dengan aluminium foil (beri label dan simpan dalam freezer jika proses analisis berikutnya tidak dilakukan).
- Filter hasil saringan masukkan ke dalam tabung reaksi 15 ml, tambahkan 10 ml aceton 90%.
- Sampel dalam tabung reaksi digerus sampai halus dengan *tissue grinder*.
- Sampel dicentrifuge dengan putaran 4000 rpm selama 30–60 menit.
- Cairan yang bening masukkan dalam kuvet 1 cm (10 atau 15 cm).
- Periksa absorbannya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 750, 664, 647 dan 630 nm.
- Kandungan klorofil dihitung dengan rumus :

$$Chl - a (mg/m^3) = \frac{\{(11,48 \times E_{664}) - (1,54 \times E_{647}) - (0,08 \times E_{630})\} \times V_e}{V_s \times d}$$

E_{664} = absorban 664 nm – absorban 750 nm

E_{647} = absorban 647 nm – absorban 750 nm

E_{630} = absorban 630 nm – absorban 750 nm

V_e = volume ekstrak aceton (ml).

V_s = volume sampel air yang disaring (liter).

d = lebar diameter kuvet (1, 10 atau 15 cm).

3.7 Pertumbuhan Ikan

Pertumbuhan ikan dalam suatu perairan biasanya dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor tersebut yang dapat merumuskan pertumbuhan ikan meliputi penambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu. Dalam penelitian ini pertumbuhan ikan yang diamati yaitu kondisi dari pertumbuhan ikan dilihat dari hubungan panjang berat dan faktor kondisi. Dengan perhitungan hubungan panjang berat dan faktor kondisi sebagai berikut :

➤ Hubungan panjang dan berat

Menurut Effendie (2002), Pertambahan panjang dengan berat mengikuti hukum kubik bahwa berat ikan sebagai pangkat 3 dari panjang, tetapi tidak demikian karena bentuk panjang setiap ikan berbeda-beda. Sehingga hubungan panjang berat ikan tidak selamanya mengikuti hukum kubik, tetapi dalam bentuk rumus :

$$W = a.L^b,$$

dimana : W = berat

L = panjang, a & b = konstanta

Dari rumus umum tersebut bila ditransformasikan ke dalam logaritma, maka didapatkan persamaan : $W = \text{Log } a + b \text{ Log } L$, yaitu persamaan linier atau persamaan garis lurus. Menurut Carlander (1969) dalam Effendie (2002), bila harga b sama dengan 3 menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan tidak berubah bentuknya. Sehingga pertambahan panjang ikan seimbang dengan pertambahan beratnya. Pertumbuhan demikian seperti telah dikemukakan ialah pertumbuhan isometrik. Sedangkan apabila b lebih besar atau lebih kecil dari 3 dinamakan pertumbuhan allometrik. Kalau harga $b < 3$ menunjukkan keadaan ikan yang kurus dimana pertambahan panjangnya lebih cepat daripada beratnya. Kalau harga $b > 3$ menunjukkan ikan itu montok, pertambahan berat lebih cepat dari pada panjangnya.

➤ Faktor kondisi

Menurut Effendie (2002), Faktor kondisi adalah salah satu derivat penting dari pertumbuhan atau indeks ponderal dan sering disebut pula sebagai faktor K. Faktor kondisi ini menunjukkan keadaan baik dari ikan dilihat dari segi kapasitas fisik untuk survival dan reproduksi. Jadi kondisi ini mempunyai arti dapat memberikan keterangan baik secara biologis atau secara komersial. Di dalam penggunaan secara komersil maka kondisi ini mempunyai arti kualitas dan kuantitas daging ikan yang tersedia untuk dapat dimakan. Maka faktor kondisi ini dapat dinyatakan dengan rumus :

$$K = \frac{100 W \text{ (gram)}}{L^3 \text{ (mm)}} \quad \text{atau} \quad K = \frac{10.000 W \text{ (gram)}}{L^3 \text{ (mm)}}$$

Keterangan, K = Faktor kondisi

W = Berat ikan

L = Panjang ikan

3.8 Analisis data

Untuk mengetahui hubungan antara kandungan klorofil-a dengan pertumbuhan panjang maupun berat ikan dilakukan dengan menggunakan uji regresi sederhana maka persamaan yang didapat sebagai berikut :

$$y_a = a + bx_i,$$

dimana : y_a = Panjang maupun Berat ikan

x_i = konsentrasi chlorofil-a

a = intercept,

b = koefisien regresi atau besarnya pengaruh klorofil-a terhadap pertumbuhan berat maupun panjang ikan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi

Waduk merupakan perairan yang dibangun atas rekayasa manusia dibangun dengan membendung sungai kemudian airnya disimpan. Pembangunan waduk bertujuan untuk irigasi pertanian, PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) dan pengendali banjir. Dilihat secara visual, kondisi perairan Waduk Sengguruh ditumbuhi tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang sebagian besar dibawah dari aliran sungai Brantas sehingga mengurangi nilai estetika Waduk Sengguruh. Tanaman eceng gondok serta sampah dari aliran sungai Brantas dan sungai Lesti sebagian besar menumpuk di bagian outlet yang digunakan untuk keperluan pembangkit listrik menjadi terganggu. Selain itu manfaat dari Waduk Sengguruh ini adalah untuk pembangkit listrik tenaga air dan juga digunakan untuk irigasi sawah-sawah yang letaknya cukup jauh dari waduk, sedangkan daerah sekitar waduk dimanfaatkan penduduk sebagai lahan perkebunan jagung, umbi-umbian, perkebunan pisang dan lahan persawahan.

4.1.1 Keadaan Geografis Waduk Sengguruh

Waduk Sengguruh merupakan salah satu perairan yang terjadi dan terbentuk akibat adanya pembendungan dari aliran Sungai Brantas yang memiliki sumber mata air di Gunung Anjasmoro dan aliran Sungai Lesti yang bersumber mata air di Gunung Semeru. Waduk ini merupakan waduk yang berada pada bagian hilir titik pertemuan dari Sungai Brantas dan Sungai Lesti dan juga berada pada ujung daerah genangan Waduk Sutami.

Waduk Sengguruh berada di Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur dan terletak 24 km di selatan Kota Malang. Luas lokasi dari Waduk Sengguruh 237 ha, ketinggian 269 m dpal, curah hujan rata-

rata pertahun 2000 mm, debit sungai rata-rata tahunan 55,20 m³/dt, luas daerah pengaliran 1.659 km², elevasi puncak EL. 296,00 m, tinggi DAM 34 m. Adapun batas-batas Waduk Sengguruh adalah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen
- Sebelah Timur : Desa Kanigoro, Kecamatan Pagelaran
- Sebelah Selatan : Desa Gampingan, Kecamatan Pagak
- Sebelah Barat : Desa Jenggolo, Kecamatan Kepanjen

Waduk dekat dengan pemukiman, dan di daerah sebelah waduk juga terdapat pabrik kertas Eka Mas yang limbahnya ikut terbawa oleh aliran sungai Lesti. Waduk sudah mengalami pendangkalan yang diakibatkan karena limbah rumah tangga dan limbah dari pabrik kertas yang di buang ke perairan waduk dan juga sebagian permukaan waduk tertutup oleh tanaman air yaitu tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*).

4.1.2 Sejarah Berdirinya Waduk Sengguruh

Pembangunan Waduk Sengguruh dilakukan pada tahun 1982 dan selesai tahun 1989. Pembangunan Waduk Sengguruh dilaksanakan pekerjaan sipil oleh proyek Brantas, pekerjaan konstruksi oleh Ishikawajima-Harima Boma Bisma Indra dan pekerjaan pembangkit listrik oleh Elin Boving. Proyek waduk merupakan salah satu proyek nasional yang berada di lingkungan Badan Pelaksana Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Kali Brantas (Proyek Brantas) yang dilaksanakan berdasarkan kerjasama Direktorat Jendral Pengairan Departemen Pekerjaan Umum dengan PLN–Direktorat Jendral Listrik dan Energi Baru, Departemen Pertambangan dan Energi sebelum diserahkan pengelolaannya kepada Perum Jasa Tirta. Waduk yang sudah beroperasi selama 25 tahun, mulai tahun 1989 sampai 2014 ini pernah mengalami kerusakan pada bagian pintu river outlet yaitu sebuah kapal tender yang

digunakan untuk mengatasi sedimen di Waduk Sengguruh masuk ke pintu river outlet.

Bangunan fasilitas dari Waduk Sengguruh meliputi bangunan konstruksi sipil / baja, yaitu :

- a. Waduk
- b. Bendungan
- c. Pelimpah dan Pintu Pelimpah
- d. Hoist / Penggerak Motor Listrik
- e. Pelimpah Darurat / Emergency Spillway
- f. Pintu River Outlet / River Outlet Gate
- g. Emergency Generator

Latar belakang didirikannya Waduk Sengguruh ini adalah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat sekitar waduk dalam memenuhi kebutuhan pertanian seperti irigasi. Adapun manfaat dan tujuan didirikannya Waduk Sengguruh ini diantaranya :

1. Membangkitkan tenaga listrik dengan daya terpasang $2 \times 14,5 \text{ mW}$ dan produksi listrik tahunan sebesar $91,02 \times 10^6 \text{ kWh}$.
2. Menahan sedimen yang masuk ke Waduk Sutami, sehingga dapat memperpanjang umur ekonomis Waduk Sutami .

Pada saat diresmikannya Waduk Sengguruh dilakukan juga penebaran ikan oleh Perum Jasa Tirta diantaranya yaitu ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), ikan Tawes (*Puntius javanicus*), sedangkan ikan asli perairan Waduk Sengguruh adalah ikan Gabus (*Ophiochepalus striatus*) dan ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*).

4.1.3 Struktur Organisasi Pengelola Waduk Sengguruh

Visi dari Perum Jasa Tirta I adalah menjadi salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) di bidang Pengelolaan Sumberdaya Air terbaik di Asia Pasifik tahun 2025.

Misi dari Perum jasa Tirta I adalah menyelenggarakan kegiatan di bidang Pengelolaan Sumberdaya Air dan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) serta sanitasi sesuai penugasan Pemerintah yang memuaskan semua pemangku kepentingan berdasarkan prinsip korporasi yang sehat dan akuntabel.

Adapun struktur organisasi sub divisi jasa air dan sumber air (DJA)-I/I beserta tugas perdivisi dapat dilihat sebagai berikut :

1. Ka Sub Divisi Jasa ASA I/1 : merupakan kepala bagian yang bertanggungjawab pada Sub Divisi DJA-I/1 yang meliputi daerah waduk Sengguruh dan Karangates
2. Pengatur : bertugas mengawasi dan mengatur kegiatan internal maupun eksternal sekitar Waduk
3. Juru Keuangan : bertugas mengatur dana pemasukan dan pengeluaran di tiap Sub Divisi
4. Juru TU Kantor : bertugas sebagai staff administrasi kantor
5. Juru TU Perusahaan : bertugas sebagai staff administrasi yang berada di divisi mandiri atau perusahaan DJA I/1
6. Pengawas Pekerjaan Sipil : bertugas mengawasi pekerjaan lapangan
7. Juru Pintu Air : bertugas mengawasi, menjaga, menutup ataupun membuka pintu pengeluaran air Waduk
8. Pengamat Prasarana Pengairan : bertugas mengamati fasilitas perairan dalam segi estimasi kekuatan fasilitas Waduk
9. Operator Peralatan Konstruksi : bertugas dalam pengoperasian alat konstruksi
10. Operator Peralatan Umum : bertugas dalam pengoperasian alat berat

11. Satpam : bertugas mengawasi dan menjaga keamanan sekitar Waduk.

Untuk lebih lengkapnya struktur organisasi pada perum Jasa Tirta I dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan dengan 4 stasiun pengambilan sampel yang didasarkan pada masukan bahan organik ke perairan yang mempengaruhi keberadaan fitoplankton. Adapaun deskripsi setiap stasiun dan gambarnya sebagai berikut :

4.2.1 Stasiun 1

Stasiun 1 merupakan daerah inlet waduk yaitu dimana waduk mendapatkan air masukan dari Sungai Brantas. Sungai Brantas ini melewati kota Malang dan merupakan air yang sudah dicemari oleh limbah domestik. Pada aliran sungai ini banyak terdapat makrofita yaitu eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Warna air pada stasiun I ini berwarna kecoklatan karena adanya lumpur yang tersuspensi. Di sekitar sungai terdapat ladang jagung, pohon pisang dan umbi-umbian, vegetasi disekitarnya adalah rumput dan ilalang.



Gambar 2. Stasiun I inlet Sungai Brantas

4.2.2 Stasiun II

Stasiun II juga merupakan daerah inlet waduk yaitu dimana waduk mendapat air masukan dari sungai Lesti. Aliran Sungai Lesti ini melalui pabrik kertas Eka Mas yang tidak jauh dari waduk dan dekat dengan lahan pertanian. Warna air pada stasiun II ini keruh karena buangan limbah pabrik kertas. Vegetasi sekitarnya adalah pohon pisang dan tanaman tebu serta persawahan. Stasiun II juga terdapat makrofita eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) tetapi jumlahnya lebih sedikit dari stasiun I.



Gambar 3. Stasiun II Inlet Sungai Lesti

4.2.3 Stasiun III

Stasiun III merupakan daerah tengah waduk yaitu daerah pertemuan antara stasiun I aliran sungai Brantas dan stasiun II aliran sungai Lesti. Daerah ini jauh dari pepohonan dan airnya merupakan campuran dari Sungai Brantas dan Sungai Lesti. Stasiun III ini terdapat makrofita yaitu eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang hanyut dan terbawa dari kedua inlet.



Gambar 4. Stasiun III daerah tengah waduk

4.2.4 Stasiun IV

Stasiun IV ini merupakan daerah outlet dari Waduk Sengguruh. Stasiun ini merupakan lokasi yang berhubungan langsung dengan pengeluaran air waduk yang digunakan untuk PLTA. Stasiun ini menjadi tempat berkumpulnya sampah dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dari kedua inlet. Sampah dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang menumpuk pada pintu river outlet mengganggu keluarnya air waduk yang digunakan sebagai pembangkit listrik.



Gambar 5. Stasiun IV daerah outlet waduk

4.3 Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian ini meliputi analisis kualitas air secara fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika meliputi suhu dan kecerahan, parameter kimia meliputi derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), CO₂, nitrat nitrogen, dan orthofosfat, sedangkan untuk parameter biologi meliputi fitoplankton dan tanaman air, dimana dilakukan pengambilan sampel setiap 1 minggu sekali selama 4 minggu, dengan waktu pengambilan sampel dilakukan pada waktu pagi hari pukul 09.00 WIB.

4.3.1 Parameter Fisika

A. Suhu

Suhu tinggi tidak selalu berakibat mematikan tetapi dapat menyebabkan gangguan status kesehatan untuk jangka panjang, misalnya stres yang ditandai dengan tubuh lemah, kurus, dan tingkah laku abnormal. Pada suhu rendah, akibat yang ditimbulkan antara lain ikan menjadi lebih rentan terhadap infeksi fungi dan bakteri patogen akibat melemahnya sistem imun. Pada dasarnya suhu rendah memungkinkan air mengandung oksigen lebih tinggi, tetapi suhu rendah menyebabkan stres pernafasan pada ikan berupa menurunnya laju pernafasan dan denyut jantung sehingga dapat berlanjut dengan pingsannya ikan-ikan akibat kekurangan oksigen (Irianto, 2005).

Data hasil pengamatan suhu pada tiap stasiun pengamatan dapat dilihat dalam tabel 1 berikut :

Table 1. Hasil Pengukuran Suhu (°C)

Minggu	Stasiun			
	I	II	III	IV
1	26	25	27	27
2	26	25	27	26
3	26	25	26	27
4	26	25	27	27

Dari tabel hasil pengamatan suhu pada 4 stasiun dapat dilihat kisaran suhu yang hampir sama atau stabil, yaitu berkisar antara 25°C–27°C. Rata-rata kisaran suhu terendah yaitu 25°C terjadi pada stasiun II. Sedangkan suhu tertinggi yaitu 27°C terjadi pada stasiun IV. Hal ini dikarenakan meningkatnya aktivitas yang terjadi di daerah outlet. Menurut Barus (2002), Pola suhu ekosistem perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya, ketinggian geografis dan juga faktor kanopi (penutupan oleh vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh ditepi perairan. Disamping itu pola suhu perairan dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor antropogen (faktor yang diakibatkan oleh aktivitas manusia). Kisaran suhu yang hampir sama atau stabil pada perairan waduk diduga karena intensitas cahaya matahari cukup merata pada permukaan perairan. sehingga berdasarkan keterangan di atas maka dapat dikatakan bahwa suhu di perairan waduk Sengguruh masih optimum untuk pertumbuhan fitoplankton. Menurut Effendi (2003), peningkatan suhu akan menyebabkan peningkatan kecepatan proses metabolisme sel dan respirasi organisme air, dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan dekomposisi bahan organik mikroba. Kisaran suhu yang optimum bagi pertumbuhan fitoplankton adalah antara 20°C–30°C. Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air.

B. Kecerahan

Nilai kecerahan suatu perairan juga berpengaruh terhadap suhu yang berperan dalam laju proses fotosintesis dan proses metabolisme organisme perairan. Menurut Effendi (2003), kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*.

Hasil pengamatan kecerahan pada tiap stasiun pengamatan dapat dilihat pada table 2 berikut :

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kecerahan (cm)

Minggu	Stasiun			
	I	II	III	IV
1	44,5	39,5	38	40
2	41	37,5	36	38,25
3	49	34,5	32	34
4	40	33,5	35,5	36

Dari tabel hasil pengamatan kecerahan pada tiap stasiun dapat dilihat nilai kecerahan berkisar dari 32 cm– 49 cm. Hasil pengamatan pada stasiun I didapatkan 49 cm, nilai kecerahan ini relatif lebih tinggi dari pada ketiga stasiun lainnya. Hal ini diduga karena saat pengukuran cuaca cerah dan kepadatan fitoplankton yang tidak terlalu tinggi. Sedangkan nilai kecerahan terendah pada stasiun III sebesar 32 cm. Rendahnya nilai kecerahan pada stasiun ini diduga karena air berwarna kecoklatan karena lumpur yang tersuspensi juga mempengaruhi sinar matahari yang masuk ke dalam perairan. Menurut Effendi (2003), nilai kecerahan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran.

4.3.2 Parameter Kimia

A. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) suatu perairan cukup berpengaruh bagi kelangsungan organisme yang hidup didalamnya, sehingga sering digunakan sebagai petunjuk baik buruknya keadaan lingkungan hidup. Hal ini juga dikatakan Menurut Barus (2002), Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme air pada umumnya terdapat antara 7 sampai 8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat

basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi.

Hasil pengamatan pH pada tiap stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Hasil Pengukuran pH

Minggu	Stasiun			
	I	II	III	IV
1	7	7	9	8
2	8	7	8	8
3	7	7	8	7
4	7	7	8	7

Dari hasil pengukuran pH pada tiap stasiun pengamatan terlihat bahwa nilai pH bekisar yaitu 7-9. Menurut Effendi (2003), sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah.

B. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut dalam suatu perairan sangat penting bagi kehidupan organisme perairan. Oksigen dimanfaatkan organisme air untuk respirasi dan juga mempengaruhi berlangsungnya proses dekomposisi bahan organik. Kadar oksigen di perairan dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu kadar oksigen dalam perairan semakin berkurang.

Hasil pengamatan oksigen terlarut pada tiap stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/L)

Minggu	Stasiun			
	I	II	III	IV
1	5,9	5,7	5,6	5,9
2	6,5	6,8	6,6	5,5
3	6,5	6,4	6	5,7
4	6,7	7,8	5,1	5,3

Dari hasil pengukuran oksigen terlarut pada tiap stasiun diperoleh nilai oksigen yang berkisar antara 5,1–7,8 mg/l. Menurut Subarijanti (2005), Oksigen adalah unsur vital yang diperlukan oleh semua organisme untuk respirasi dan sebagai zat pembakar dalam proses metabolisme. Oksigen juga sangat dibutuhkan mikro organisme (bakteri) untuk proses dekomposisi. Kandungan oksigen dalam air yang ideal adalah antara 3-7 ppm. Kadar oksigen tertinggi yaitu pada stasiun II sebesar 7,8 mg/l. Hasil pengamatan kadar oksigen terlarut terendah yaitu 5,1 mg/l pada stasiun III. Hal ini diduga karena suhu pada stasiun III ini cukup tinggi dibandingkan ketiga stasiun lainnya, karena meningkatnya suhu menyebabkan meningkatnya metabolisme yang membutuhkan banyak oksigen, sehingga kelarutan oksigen dalam air menjadi berkurang. Menurut Effendi (2003), kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian (*diurnal*) dan musiman, tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi, dan limbah (*effluent*) yang masuk ke badan air.

C. CO₂ (Karbon dioksida)

CO₂ (karbon dioksida) dalam perairan berasal dari hasil metabolisme tumbuhan maupun hewan air dan merupakan gas yang sangat dibutuhkan dalam proses fotosintesis oleh tumbuhan air. Kandungan karbon dioksida yang berlebihan pada suatu perairan dapat menjadi racun sehingga mempengaruhi kehidupan organisme air.

Hasil pengamatan CO₂ (karbon dioksida) pada tiap stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel 5 berikut :

Tabel 5. Hasil Pengukuran CO₂ (mg/l)

Minggu	Stasiun			
	I	II	III	IV
1	27,96	19,98	23,97	27,96
2	25,98	19,97	11,98	15,98
3	19,97	19,97	15,98	15,98
4	23,97	11,98	11,98	26,96

Dari hasil pengukuran CO₂ (karbon dioksida) pada tiap stasiun didapatkan nilai yang berkisar 11,98–27,96 mg/l. Tingginya kadar CO₂ pada perairan waduk terlihat pada stasiun I dan IV yaitu sebesar 27,96 mg/l. Hal ini diduga adanya proses respirasi tumbuhan air yaitu eceng gondok, karena pada stasiun I dan IV ini cukup banyak tanaman air sehingga hasil dari respirasi tanaman ini pun meningkat. Menurut Cole (1975) dalam Subarijanti (1990), tambahan karbondioksida bisa berasal dari air hujan, air dari bawah tanah yang kaya dengan CO₂, hasil pernapasan tumbuh-tumbuhan, binatang dan bakteri aerobik.

Rendahnya kadar CO₂ di perairan sebesar 11,98 mg/l, diduga karena rendahnya proses dekomposisi bahan organik dan jumlah tanaman air yang sedikit. Menurut Arfiati (2001) dalam Widiastuti (2009), sumber karbondioksida dalam air adalah difusi dari udara, proses dekomposisi bahan organik, air hujan, dan air bawah tanah maupun hasil dari respirasi organisme.

D. Nitrat

Nitrogen merupakan unsur utama bagi pertumbuhan algae, karena unsur N ini merupakan penyusun dari semua protein dan asam nukleid. Kandungan nitrat yang berlebihan di perairan dapat menyebabkan eutrofikasi, yang selanjutnya memicu pertumbuhan tanaman air menjadi pesat (blooming). Menurut Effendi (2003), Nitrat (NO₃) bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat nitrogen sangat

mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Hasil pengamatan nitrat nitrogen pada tiap stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel 6 berikut :

Tabel 6. Hasil Pengukuran Nitrat Nitrogen (mg/l)

Minggu	Stasiun			
	I	II	III	IV
1	5,3	4,7	5,7	6,1
2	9,3	7,1	4,7	5,4
3	10,5	8,5	6,1	6,9
4	7,5	5,7	3,9	4,7

Dari data hasil pengukuran nitrat nitrogen pada tiap stasiun pengamatan didapatkan nilai yang berkisar antara 3,9-10,5 mg/l. Tingginya kandungan nitrat di perairan waduk yaitu sebesar 10,5 mg/l disebabkan karena stasiun I merupakan daerah dengan aliran air yang berasal dari muara sungai Brantas yang membawa buangan dari limbah domestik maupun sisa-sisa pupuk pertanian di sepanjang daerah waduk. Kandungan nitrat yang diperoleh pada waduk Sengguruh merupakan nilai yang tinggi karena banyaknya pemasukan limbah dari pabrik kertas dari aliran sungai Lesti dan limbah rumah tangga serta pertanian, hal ini sesuai dengan Effendi (2003), Kadar nitrat lebih dari 5 mg/l menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan. Kadar amonia yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan limpasan (*run-off*) pupuk pertanian. Hal ini juga diperkuat oleh Moss (1986) dalam Mulyanto (1992), penambahan nitrat pada perairan dapat berasal dari limbah domestik, sisa tanaman, senyawa organik ataupun limbah industri (bahan peledak, pupuk dan cat).

E. Ortofosfat

Sumber fosfat dapat berasal dari limbah industri dan domestik, biasanya berasal dari detergen dan juga berasal dari dekomposisi bahan organik. Kandungan fosfor di perairan bisa berasal dari konsentrasi fosfor alami perairan itu sendiri dan juga fosfor dari wilayah disekitarnya seperti dari pertanian, pemukiman, dan industri. Ortofosfat dimanfaatkan oleh organisme untuk pertumbuhan dan pembelahan sel. Ortofosfat merupakan bentuk fosfor dalam bentuk anorganik dan larut dalam air. Fosfor memegang peranan penting dalam reaksi enzim yang tergantung kepada fosforilase.

Hasil pengamatan ortofosfat pada tiap stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel 7 berikut :

Tabel 7. Hasil Pengukuran Ortofosfat (mg/l)

Minggu	Stasiun			
	I	II	III	IV
1	0,186	0,132	0,165	0,198
2	0,150	0,106	0,142	0,188
3	0,179	0,164	0,126	0,148
4	0,169	0,172	0,119	0,192

Dari data hasil pengukuran ortofosfat pada tiap stasiun pengamatan dapat dilihat nilai fosfat berkisar 0,106–0,198 mg/l. Menurut Subarijanti (1990), faktor-faktor penentu ketersediaan unsur fosfor disuatu perairan adalah konsentrasi fosfor alami itu sendiri dan fosfor yang masuk dari berbagai wilayah disekitarnya seperti dari pertanian, pemukiman, dan industri.

Tingginya kandungan fosfat pada stasiun IV minggu pertama yaitu 0,198 mg/l, hal ini diduga karena stasiun ini merupakan daerah outlet sehingga tempat penumpukan bahan organik yang terbawah dari inlet yang membawa limbah limbah rumah tangga, pertanian dan industri. Sedangkan nilai kandungan fosfat terendah ada pada stasiun II minggu kedua yaitu sebesar 0,106 mg/l hal ini

diduga karena adanya pemanfaatan ortofosfat oleh fitoplankton sehingga kelimpahan fitoplankton pada stasiun ini cukup tinggi. Menurut Effendi (2003), fosfor berasal dari dekomposisi bahan organik. Sumber antropogenik fosfor adalah limbah industri dan domestik, yakni fosfor yang berasal dari detergen. Limpasan dari daerah pertanian yang menggunakan pupuk juga memberikan kontribusi yang cukup besar bagi keberadaan fosfor.

4.3.3 Parameter Biologi

4.3.3.1 Produktivitas Primer

Produktivitas primer merupakan hasil dari proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton dan tumbuhan air lainnya dalam ekosistem perairan. Fitoplankton memiliki peranan sangat penting dalam ekosistem air karena mengandung klorofil sehingga mampu melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis ini akan dimanfaatkan oleh organisme lain sebagai sumber nutrisi (Barus, 2002).

A. Klorofil-a

Klorofil adalah pigmen warna yang dimiliki oleh fitoplankton yang membantu dalam proses fotosintesis. Menurut Sitorus (2009), Klorofil adalah pigmen hijau yang terdapat pada tumbuhan. Ada dua macam klorofil yang terdapat pada tanaman dan alga hijau yaitu klorofil-a dan klorofil-b. Klorofil-a adalah tipe klorofil yang paling umum dari tumbuhan, kegunaannya bagi tanaman untuk proses fotosintesis. Hasil pengukuran klorofil-a pada waduk Sengguruh dapat dilihat pada tabel 8 berikut :

Tabel 8. Hasil pengukuran klorofil-a (mg/m^3)

Minggu	Stasiun			
	I	II	III	IV
1	12,9	2,64	1,96	2,33
2	1,08	1,37	1,83	1,85
3	1,72	2,11	1,25	1,61
4	1,84	1,84	1,18	2,04

Berdasarkan tabel menunjukkan nilai pengukuran klorofil-a pada waduk Sengguruh yang tertinggi terdapat pada stasiun I minggu pertama yaitu $12,9 \text{ mg/m}^3$ dengan didominasi oleh filum *Chloropyta*. Menurut Herawati (1989), Sebagian besar dari spesies ini hidup di danau atau kolam yang tidak terganggu oleh angin. Alga hijau bisa melimpah secara mendadak dan menyebabkan “blooming” pada perairan. “Blooming” yang diakibatkan oleh alga jenis ini menempati urutan kedua setelah alga Biru-Hijau. Sedangkan untuk nilai terendah yaitu stasiun I minggu kedua sebesar $1,08 \text{ mg/m}^3$. Menurut Fitra, *et al.*, (2013), kadar klorofil-a $< 15 \text{ mg/m}^3$ dikategorikan ke dalam kondisi yang bagus, $15\text{--}30 \text{ mg/m}^3$ kategori sedang dan $> 30 \text{ mg/m}^3$ dikategorikan ke dalam kondisi perairan yang buruk. Sedangkan menurut Hidayat, *et al.*, (2013), Kandungan klorofil-a pada fitoplankton kurang dari $1 \mu\text{g/l}$ adalah perairan yang tidak produktif, kandungan klorofil-a pada fitoplankton $1\text{--}20 \mu\text{g/l}$ adalah perairan yang cukup produktif, sedangkan kandungan klorofil-a pada fitoplankton lebih dari $20 \mu\text{g/l}$ adalah perairan yang produktif. Dari hasil pengklasifikasian tersebut nilai klorofil-a saat pengamatan dalam kondisi yang bagus. bahwa perubahan konsentrasi klorofil-a dipengaruhi oleh beberapa faktor pertumbuhan fitoplankton yaitu intensitas sinar matahari, konsentrasi nutrisi (nitrat dan fosfat), pengadukan air, suhu, serta kualitas air.

4.3.3.2 Fitoplankton

Fitoplankton merupakan parameter biologi yang dapat dijadikan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan suatu perairan. Fitoplankton merupakan produsen primer terpenting dalam ekosistem perairan. Salah satu peran fitoplankton diperairan adalah mengubah zat-zat anorganik menjadi organik dengan bantuan cahaya matahari melalui proses fotosintesis yang hasilnya disebut produksi primer. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberadaan fitoplankton adalah ketersediaan nutrisi di suatu perairan.

A. Kelimpahan Fitoplankton di Waduk Sengguruh

Fitoplankton merupakan organisme mikroskopis yang dapat berfotosintesis, habitatnya diseluruh permukaan perairan baik laut maupun tawar. Fitoplankton merupakan produsen primer, memanfaatkan karbon yang dilepas oleh organisme disekitar lingkungannya. Fitoplankton termasuk dalam rangkaian rantai makanan di dalam perairan. Fitoplankton merupakan setengah dari produsen primer dunia, sisanya adalah tanaman darat dan tanaman air (Ghosal *et al.*, 2000).

Proses fotosintesis dalam suatu ekosistem perairan yang dilakukan oleh fitoplankton merupakan sumber nutrisi utama bagi organisme perairan lainnya terutama ikan. Fitoplankton yang hidup diperairan air tawar terdiri 5 kelompok, yaitu Chlorophyta, Cyanophyta, Chrysophyta, Phyrophyta dan Euglenophyta (Subarijanti, 1990). Hasil pengukuran kelimpahan fitoplankton selama penelitian didapatkan hasil yang berbeda. Hasil total kelimpahan fitoplankton disajikan pada tabel 9 berikut:

Tabel 9. Hasil Total Kelimpahan Fitoplankton Tiap Divisi (ind/ml)

Minggu	Filum	Kelimpahan per Filum				Sub Total
		Stasiun				
		I	II	III	IV	
1	Chlorophyta	3750	5250	5250	3750	18000
	Chrysophyta	3750	4500	4500	3750	16500
	Cyanophyta	3750	3750	4500	3750	15750
Total						34500
2	Chlorophyta	3000	3750	3000	3750	13500
	Chrysophyta	3000	4500	3750	3000	14250
	Cyanophyta	3000	3000	3000	3000	12000
Total						39750
3	Chlorophyta	6000	3000	2250	3750	15000
	Chrysophyta	3750	2250	2250	3750	12000
	Cyanophyta	4500	3750	3000	3000	14250
Total						41250
4	Chlorophyta	4500	3000	2250	4500	14250
	Chrysophyta	4500	3000	3000	4500	15000
	Cyanophyta	3750	3000	3000	3000	12750
Total						42000

Tabel 10. Rata-Rata Kelimpahan Fitoplankton Tiap Stasiun Selama 4 Minggu (ind/ml)

Minggu	Kelimpahan Total				Total	Rata-rata
	Stasiun					
	I	II	III	IV		
1	11250	13500	14250	11250	50250	12562.5
2	9000	11250	9750	9750	39750	9937.5
3	14250	9000	7500	10500	41250	10312.5
4	12750	9000	8250	12000	42000	10500

Dari tabel dapat dilihat bahwa nilai hasil total kelimpahan fitoplankton tiap minggu di Waduk Sengguruh berkisar antara 39750-50250 ind/ml. Rata-rata total kelimpahan fitoplankton dalam 4 kali pengamatan yaitu sebesar 10828,125 ind/ml. Kelimpahan tersebut cukup besar hal ini dimungkinkan karena faktor fisika kimia waduk yang mendukung bagi pertumbuhan fitoplankton.

Menurut Landner (1975) dalam Alfiah (2006) pembagian perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton yaitu :

- ✓ Oligotrofik : 0 – 2000 ind/ml
- ✓ Mesotrofik : 2000 – 15000 ind/ml
- ✓ Eutrofik : > 15000 ind/ml

Berdasarkan pengklasifikasian tersebut maka perairan Waduk Sengguruh yang memiliki kelimpahan rata-rata 10828,1 ind/ml merupakan perairan yang mesotrofik yang dapat dikatakan sebagai perairan yang mempunyai tingkat kesuburan yang sedang.

Kelimpahan total fitoplankton terendah ada pada stasiun III yaitu sebesar 39750 ind/ml. Hal ini disebabkan karena pada stasiun III ini merupakan daerah titik pertemuan antara dua inlet sungai Brantas dan sungai Lesti dengan memiliki arus yang cukup cepat sehingga pada saat pengambilan sampel banyak plankton yang tidak ikut tersaring oleh plankton net karena sesuai dengan sifat yang dimiliki fitoplankton yaitu bergerak mengikuti arus. Hal ini didukung oleh pendapat Subarijanti (1990) yang menyatakan bahwa salah satu faktor yang dapat mempengaruhi siklus hidup dari masing-masing spesies adalah gerakan atau berpindahnya algae yang tidak tetap karena adanya gerakan air atau arus.

Dan kelimpahan total fitoplankton tertinggi dari 4 kali pengamatan di waduk Sengguruh terdapat pada stasiun I yaitu sebesar 50250 ind/ml. Hal ini disebabkan karena stasiun I yang merupakan inlet dari Sungai Brantas di Waduk Sengguruh banyak mendapat masukan bahan anorganik dari limbah domestik dan sisa-sisa pupuk pertanian. Selain itu jumlah tanaman air yang meningkat menyebabkan kadar CO₂ tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan fitoplankton untuk proses fotosintesis. Kadar nitrat dan fosfat yang berlebih menjadikan perairan pada stasiun I ini menunjang pertumbuhan fitoplankton sehingga kelimpahan fitoplanktonnya relatif lebih tinggi dari stasiun lainnya. Menurut Irawan (1983)

dalam Herawati (1989), batas minimum kandungan nitrat bagi pertumbuhan fitoplankton adalah 0,35 mg/l. Sedangkan rata-rata kadar nitrat pada stasiun I yaitu 1,04 mg/l dan rata-rata kadar fosfat yaitu 0,66 mg/l. menurut Subarijanti (1990), fosfor organik di permukaan perairan adalah 0,02 mg/l dengan kisaran antara 0,005-0,103 mg/l.

Pada stasiun II dan stasiun IV diperoleh total kelimpahan fitoplankton yang cukup tinggi hal ini dikarenakan pada stasiun II merupakan daerah inlet dari sungai Lesti yang membawa aliran limbah hasil industri pabrik kertas. Sedangkan pada stasiun IV dimana pada stasiun ini merupakan daerah berkumpulnya sampah yang terbawa aliran air dan banyaknya jumlah tanaman air yang menyebabkan meningkatnya pelapukan pada stasiun ini. Sehingga kadar nitrat dan fosfat pada stasiun IV cukup tinggi dan menunjang untuk pertumbuhan fitoplankton.

Kelimpahan fitoplankton yang ditemukan di Waduk Sengguruh menunjukkan perbedaan antara stasiun satu dengan stasiun lainnya. Menurut Kusriani (1992), penyebab perbedaan antara jumlah plankton tiap lokasi antara lain adalah :

- Sifat plankton yang sering menggerombol karena pengaruh angin dan arus menyebabkan daerah penyebaran tidak merata dalam pengambilan sampel
- Adanya predator pada suatu lokasi sehingga suatu saat diperairan kaya plankton pada waktu lain miskin plankton
- Karena arah angin, hal ini menyebabkan plankton terbawa pada arah angin tertentu dalam suatu waduk.

4.4 Jumlah Sampel Ikan yang Diamati di Waduk

Perairan waduk merupakan perairan yang terbentuk akibat pembendungan aliran sungai yang bertujuan untuk mencengah banjir, irigasi serta PLTA. Waduk Sengguruh dilakukan juga penebaran ikan oleh Perum Jasa Tirta diantaranya yaitu ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), ikan Tawes (*Puntius javanicus*), sedangkan ikan asli perairan Waduk Sengguruh adalah ikan Gabus (*Ophiochepalus striatus*) dan ikan Sepat (*Trichogaster tricopterus*). Berdasarkan hasil pengamatan, didapatkan data ikan yang masih terdapat di perairan waduk Sengguruh serta sering menjadi hasil tangkapan para pemancing yaitu ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Sedangkan setelah dilakukan pengamatan hasil pengukuran jenis ikan yang tertangkap oleh para pemancing serta petani ikan, yaitu merupakan ikan yang memiliki ukuran konsumtif yang paling banyak tertangkap.

Pada saat penelitian ikan nila yang diperoleh dan diamati pada minggu I yaitu sebanyak 23 ekor, pada minggu II yaitu 25 ekor, minggu III yaitu 27 ekor, sedangkan minggu IV yaitu 20 ekor. Jumlah ikan yang diamati ini merupakan jumlah maksimal yang ditangkap para pemancing peroleh pada tiap minggunya. Dari jumlah ikan nila yang diamati, sehingga potensi ikan nila di waduk Sengguruh yaitu memiliki rata-rata sebesar 24 ekor setiap minggunya.

4.4.1 Klasifikasi Ikan

- Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Ikan nila merupakan ikan yang paling dominan dari hasil tangkapan para pemancing serta petani ikan di waduk Sengguruh. Ikan nila yang bersifat omnivora membuat ikan ini sangat mudah ditangkap dengan menggunakan umpan lumut jaring yang digunakan para pemancing. Klasifikasi ikan nila menurut Sugiarto (1988) dalam Rustidja (1996), klasifikasi ikan nila adalah sebagai berikut :

Phyllum	: Vertebrata
Klas	: Pisces
Sub klas	: Teleostei
Ordo	: Percomorphi
Sub ordo	: Percoides
Famili	: Cichilidae
Genus	: Oreochromis
Spesies	: <i>Oreochromis .sp</i>

Secara umum, bentuk tubuh ikan nila panjang dan ramping, dengan sisik berukuran besar. Matanya besar, menonjol, dan bagian tepinya berwarna putih. Gurat sisi (*linea lateralis*) terputus di bagian tengah badan kemudian berlanjut, tetapi letaknya lebih ke bawah daripada letak garis yang memanjang di atas sirip dada. Jumlah sisik pada gurat sisi jumlahnya 34 buah. Ikan nila memiliki lima buah sirip, yakni sirip punggung (*dorsal fin*), sirip dada (*pectoral fin*), sirip perut (*ventral fin*), sirip anus (*anal fin*), dan sirip ekor (*caudal fin*). Sirip punggung, sirip perut, dan sirip dubur mempunyai jari-jari lemah tetapi keras dan tajam seperti duri. Sirip punggungnya berwarna hitam dan sirip dadanya juga tampak hitam. Bagian pinggir sirip punggung berwarna abu-abu atau hitam (Amri dan Khairuman, 2003).

4.4.2 Pertumbuhan Ikan

Ikan dalam suatu perairan akan melakukan kegiatan metabolisme untuk mampu bertahan hidup. Pertumbuhan adalah perubahan ukuran bagian-bagian tubuh dan fungsi fisiologis tubuh. Menurut Fujaya (1999), pertumbuhan adalah penambahan ukuran, baik panjang maupun berat. Pertumbuhan dipengaruhi faktor genetik, hormon, dan lingkungan (zat hara). Ketiga faktor tersebut bekerja saling mempengaruhi, baik dalam arti saling menunjang maupun saling menghalangi untuk mengendalikan perkembangan ikan. Pertumbuhan ikan

dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal. Faktor internal itu meliputi keturunan, pertumbuhan kelamin. Pertumbuhan ikan memiliki hubungan yang erat antara pertumbuhan panjang dan berat.

Dalam penelitian ini pertumbuhan ikan yang diamati yaitu kondisi pertumbuhan ikan yang dapat diketahui dari hubungan panjang dan berat serta faktor kondisi dari ikan. Menurut Effendi (2002), berat dapat di anggap sebagai suatu fungsi dari panjang. Hubungan panjang dan berat hampir mengikuti hukum kubik yaitu berat ikan sebagai pangkat tiga dari panjangnya. Tetapi hubungan yang terdapat pada ikan sebenarnya tidak demikian karena bentuk dan panjang ikan berbeda-beda.

4.4.2 Hubungan Panjang dan Berat Ikan

Hubungan panjang dan berat ikan memberikan suatu petunjuk keadaan ikan baik itu dari kondisi ikan itu sendiri dan kondisi luar yang berhubungan dengan ikan tersebut. Di antaranya adalah keturunan, sex, umur, parasit dan penyakit. Pada keturunan yang berasal dari alam sangat sulit di control, untuk mendapatkan pertumbuhan yang baik, ikan mempunyai kecepatan pertumbuhan yang berbeda pada tingkatan umur dimana waktu muda pertumbuhannya cepat, dan ketika tua menjadi lamban, dan parasit dan penyakit sangat berpengaruh bila yang di serang adalah organ-organ pencernaan. Faktor luar yang utama ialah makanan dan suhu perairan. Makanan dengan kandungan nutrisi yang baik akan mendukung pertumbuhan dari ikan tersebut sedangkan suhu akan mempengaruhi proses kimiawi tubuh (Effendiee, 2002). Adapun ukuran panjang dan berat ikan yang tertangkap selama penelitian dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 11. Distribusi Panjang (cm) Ikan yang Tertangkap pada Waduk Sengguruh

Kelas	Panjang	Jumlah ikan yang tertangkap
1	6-8	26
2	9-11	36
3	12-14	18
4	15-17	12
5	18-20	2
6	21-23	1

Tabel 12. Distribusi Berat (gr) Ikan yang Tertangkap pada Waduk Sengguruh

Kelas	Berat	Jumlah ikan yang tertangkap
1	10-38	42
2	39-67	39
3	68-96	7
4	97-125	3
5	126-154	2
6	155-183	2

Dari hasil ikan yang tertangkap dalam tabel diketahui ikan nila yang banyak tertangkap oleh para pemancing tertinggi terdapat pada panjang 9-11 cm dengan jumlah ikan yaitu 36 ekor, sedangkan jumlah ikan nila yang terendah pada panjang 21-22 cm yaitu hanya 1 ekor. Pada berat ikan nila yang tertangkap dengan berat 10-38 gram merupakan yang tertinggi jumlah ikan yang tertangkap sebanyak 42 ekor dan berat 126-154 gram dan 155-183 gram merupakan jumlah terendah ikan nila yang tertangkap yaitu dengan jumlah ikan 2 ekor. Menurut Poernomo (2002) dalam Lahiank (2011), Ukuran ikan ditentukan berdasarkan panjang atau beratnya. Ikan yang lebih tua, umumnya lebih panjang dan gemuk. Pada usia yang sama, ikan betina biasanya lebih berat dari ikan jantan. Pada saat matang telur, ikan mengalami penambahan berat dan volume. Setelah bertelur beratnya akan kembali turun. Tingkat pertumbuhan ikan juga dipengaruhi oleh ketersediaan makanan dilingkungan hidupnya.

Pengukuran panjang ikan dalam penelitian hendaknya mengikuti suatu ketentuan yang sudah lazim digunakan. Dalam hal ini panjang ikan dapat diukur dengan menggunakan sistem metrik ataupun sistem lainnya (Effendie, 1978).

Lebih lanjut dikatakan bahwa dalam pengukuran tersebut nantinya akan diperoleh nilai b , yang ikut menentukan seimbang tidaknya antara berat dan panjang ikan. Dimana nilai b yang mungkin muncul adalah $b < 3$, $b = 3$, $b > 3$. Hubungan panjang dan berat ikan yang tertangkap diperlukan untuk menjaga kelestarian ikan yang ada dengan menyeleksi alat tangkap yang digunakan agar hanya ikan yang layak tangkap diperoleh. Adapun tabel berikut merupakan hubungan panjang dan berat ikan di waduk Senguruh :

Tabel 13. Hasil Pengukuran Hubungan Panjang dan Berat

Hubungan panjang dan berat			
Minggu	Nilai log a	Nilai b	Pertumbuhan
1	0.0048	1.672	allometrik negative
2	0.0009	1.574	allometrik negative
3	0.0015	1.551	allometrik negative
4	0.0033	1.539	allometrik negative

Dari hasil pengukuran hubungan panjang dan berat ikan di waduk Senguruh diperoleh nilai b yang memiliki kisaran 1,539 – 1,672 yang menunjukkan pertumbuhan ikan di waduk Senguruh yaitu memiliki nilai $b < 3$ (allometrik negative), yang dapat dikatakan keadaan ikan yang kurus dengan pertumbuhan panjang lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan berat ikan. Perbedaan ukuran berat dan panjang antara tiap ikan tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti yang telah dikemukakan oleh Fujaya (1999), dimana ada dua faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu faktor dalam dan faktor luar. Dalam hal ini faktor dalam sulit untuk dilakukan pengontrolan, sedangkan faktor luar mudah untuk pengontrolannya.

4.4.3 Data Rata-rata Distribusi Frekuensi Ikan

Data distribusi frekuensi merupakan suatu cara untuk mengetahui panjang dan berat yang optimal dimiliki ikan dalam suatu perairan khususnya di waduk Sengguruh. Perhitungan ini membuat suatu perairan dapat dikontrol secara populasi ikan agar tetap lestari. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 13. Adapun hasil perhitungan data distribusi frekuensi panjang dan berat ikan yaitu sebesar 10,44 cm merupakan rata-rata panjang yang optimal yaitu pada range panjang 9-11 cm. Sedangkan untuk rata-rata berat yang optimal yaitu 48,42 gr dan pada data range 39-67 gr. Sehingga dari data rata-rata distribusi frekuensi panjang dan berat ikan, panjang ikan dengan range 9-11 cm dan berat ikan pada range 39-67 gr harus dikontrol penangkapannya dari para pemancing serta dijaga pertumbuhannya agar ikan dalam waduk tetap terjaga keanekaragaman dan tetap lestari.

4.4.4 Faktor Kondisi

Faktor kondisi adalah keadaan yang menyatakan kemontokan ikan secara kualitas, dimana perhitungannya didasarkan pada panjang dan berat ikan. Faktor kondisi atau indeks ponderal dan sering disebut faktor K yang merupakan hal yang penting dari pertumbuhan ikan, karena faktor kondisi dapat digunakan untuk menganalisis populasi. Beragamnya faktor kondisi disebabkan oleh pengaruh makanan, umur, jenis kelamin dan kematangan gonadnya (Effendie,2002). Adapun hasil pengukuran faktor kondisi dari ikan di waduk Sengguruh dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 14. Hasil pengukuran Faktor kondisi ikan di Waduk Sengguruh

Faktor Kondisi	
Minggu	rata - rata
I	0.561925
II	0.378274
III	0.414136
IV	0.347084

Dari hasil pengukuran faktor kondisi ikan diperoleh nilai rata-rata berkisar antara 0,347084 – 0,561925. Menurut Effendie (1978) yang menyebabkan bervariasinya nilai faktor kondisi adalah tingkat kematangan gonad. Perkembangan gonad seiring dengan penambahan bobot gonad yang dapat meningkatkan faktor kondisi. Hal ini menunjukkan ikan di waduk Sengguruh termasuk golongan ikan yang kurus yang disebabkan oleh beberapa faktor yang ada dalam perairan.

4.5 Analisa Data

4.5.1 Hubungan Klorofil-a dengan Pola Pertumbuhan Nilai-b Ikan

Kandungan klorofil-a diperairan dapat diketahui hubungannya dengan pola pertumbuhan nilai-b ikan dilakukan melalui uji regresi. Dengan persamaan sebagai berikut :

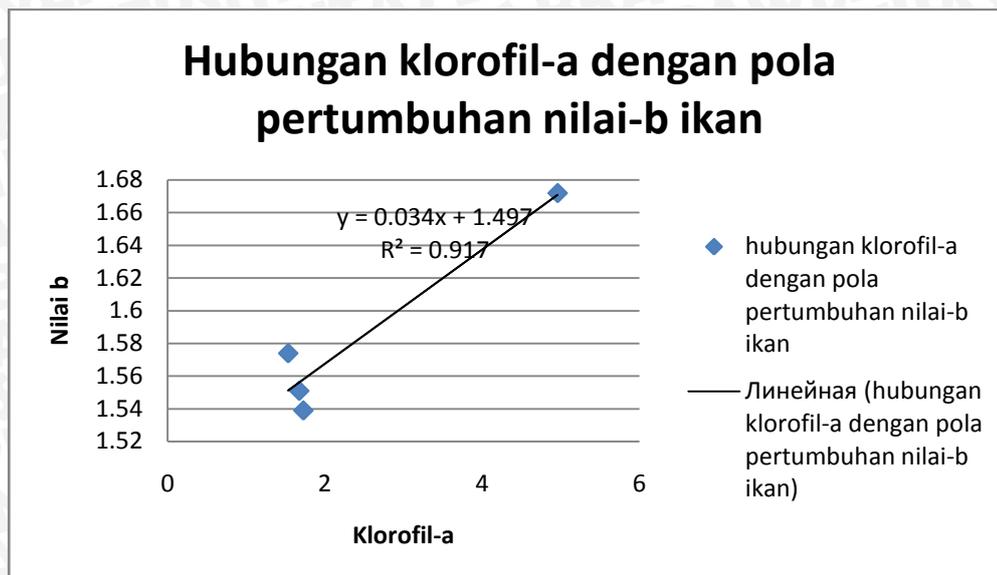
$$y_a = a + bx_i, \text{ dimana : } y_a = \text{nilai-b}$$

x_i = konsentrasi chlorofil-a

a = intercept,

b = koefisien regresi atau besarnya pengaruh klorofil-a

terhadap pertumbuhan berat maupun panjang ikan.



Gambar 6. Hubungan Klorofil-a dan Pola Pertumbuhan nilai-b Ikan

Grafik diatas menunjukkan nilai a sebesar 0,034 dan nilai b yaitu 1,497 sehingga dari nilai a dan b tersebut hubungan klorofil-a dengan pola pertumbuhan nilai-b ikan dapat dinyatakan dengan persamaan $y = 0,034x + 1,497$ dengan koefisien determinasi atau R^2 yang diperoleh dari persamaan tersebut yaitu 0,917 atau 91,7 %. Nilai determinasi yang diperoleh dari hubungan klorofil-a dengan panjang berta ikan tinggi yaitu diatas dari 50 %, sehingga dapat dinyatakan hubungan klorofil-a (x) dengan panjang berat ikan (y) yaitu cukup kuat dan memiliki hubungan yang sangat erat dimana semakin tinggi nilai klorofil-a perairan diikuti pula dengan pola pertumbuhan nilai-b ikan yang semakin tinggi, sehingga dapat digunakan dalam menduga hubungan klorofil-a dengan pola pertumbuhan nilai-b ikan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian yang dilakukan di Waduk Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Data parameter kualitas air yang diperoleh yaitu parameter fisika didapatkan suhu antara 25–27°C, kecerahan 32-49 cm. Parameter kimia yaitu pH 7–9, DO 5,5–7,8 mg/l, CO₂ 11,98–27,96 mg/l, nitrat 3,9–10,5 mg/l, ortofosfat 0,106–0,198 mg/l. Nilai klorofil-a berkisar 1,08–12,9 mg/m³. Dari hasil pengukuran parameter fisika maupun kimia menunjukkan perairan waduk Sengguruh menunjang untuk pertumbuhan fitoplankton.
- Fitoplankton yang ditemukan di Waduk Sengguruh saat pengamatan yaitu 20 genus dari 3 divisi yaitu Chlorophyta, Chrysophyta, Cyanophyta. Divisi Chlorophyta ditemukan sebanyak 7 genus. Divisi Cyanophyta ditemukan sebanyak 6 genus. Divisi Chrysophyta ditemukan sebanyak 7 genus.
- Total kelimpahan fitoplankton pada 4 stasiun di Waduk Sengguruh berkisar 39750 - 50250 ind/ml. Kelimpahan rata-rata fitoplankton berkisar 10828,125 ind/ml. Dari rata-rata tersebut perairan Waduk Sengguruh merupakan perairan yang mesotrofik yang dapat dikatakan sebagai perairan yang mempunyai tingkat kesuburan yang sedang.
- Dari hasil pengukuran produktivitas primer di perairan Waduk Sengguruh selama 4 kali pengamatan dengan metode klorofil-a didapatkan nilai berkisar 1,08 – 12,9 mg/m³. Sehingga dari nilai klorofil-a yang didapat di Waduk Sengguruh selama penelitian waduk dalam kondisi yang bagus, karena nilai klorofil-a yaitu <15 mg/m³. Untuk fitoplankton yang mendominasi yaitu filum *Chloropyta* dan *Chrysopyta*.

- Potensi ikan di Waduk Sengguruh yang ditemukan yaitu Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Dilihat dari faktor kondisi ikan pada Waduk Sengguruh diperoleh nilai rata-rata berkisar antara 0,347084 – 0,561925 hal ini menunjukkan keadaan ikan pada Waduk Sengguruh ini tergolong kurus dan pertumbuhan yang stabil. Jumlah ikan yang ada saat pengamatan terbanyak dengan panjang 9-11 cm dan berat 10-38 gram.
- Hasil hubungan klorofil-a dengan pola pertumbuhan nilai-b ikan diperoleh persamaan linier $y = 0,034x + 1,497$ dengan koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh 0,917 atau 91,7 %. Nilai determinasi yang lebih dari 50 %, dapat dikatakan hubungan ini memiliki hubungan yang sangat erat dimana semakin tinggi nilai klorofil-a perairan diikuti pula dengan pola pertumbuhan nilai-b ikan yang semakin tinggi. sehingga dapat digunakan dalam menduga hubungan klorofil-a dengan pola pertumbuhan nilai-b ikan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka disarankan pemerintah setempat memberikan ketegasan terhadap peraturan pembuangan limbah pertanian, peternakan dan rumah tangga agar sungai yang menjadi pemasukan air di Waduk Sengguruh tidak terganggu ekosistemnya. Serta perlunya peran masyarakat sekitar aliran sungai agar mampu menjaga kondisi perairan juga tidak membuang sampah di sungai dan peran Jasa Tirta untuk mengelola serta merawat Waduk Sengguruh dengan sebaik-baiknya.

DAFTAR PUSTAKA

Alfiah, Siti. 2006. **Studi Tentang Komunitas Fitoplankton Di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang

Amri, K dan Khairuman, A. 2008. *Budidaya Ikan Nila*. Argo Media Pustaka. Jakarta

Arfiati, Diana. 2001. **Limnologi Kimia Air**. Universitas Brawijaya. Fakultas Perikanan. Malang

Arikunto, S. 2002. **Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktek**. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta

_____. 2006. **Manajemen Penelitian**. Rineka Cipta. Jakarta

Barus, T. A. 2002. **Pengantar Limnologi**. Jurusan Biologi FMIPA. USU. Medan

Boyd, C.E. 1981. **Water Quality in Warm Water fish Pond**. Autum University Alabama

Davis, C. C. 1955. **The Marine and Fresh Water Plankton. First Edition**. Associated Professor of Biology Western Reserve University. Michigan State University Press; USA

Dickson, M. L, dan P. A. Wheeler. 1993. **Chlorophyll a Concentration in the North Pacific : Does a Latitudinal Gradient Exist Limnologi, Oceanograph**. College of Oceanic and Atmospheric Sciences Oregon State University Corvalis

Eaton, A. D., L.S. Clesceri and A. E. Greenberg. 1995. **APHA (American Public Health Association): Standard Method for The Examination of Water and Wastewater 19th ed., AWWA (American Water Works Association), and WPCF (Water Pollution Control Federation);** Washington D. C

Effendi, Hefni. 2003. **Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan.** Kanisius. Yogyakarta

Effendie, Moch. Ichsan. 2002. **Biologi Perikanan.** Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta

Effendie, I.M., 1978. **Biologi Perikanan.** Fakultas Perikanan IPB. Bogor.

Ermawati. 2012. **Praktikum Pengukuran Kualitas Air.** <http://ermawati-erni.blogspot.com/2012/05/praktikum-pengukuran-parameter-fisika.html>. Diakses 29 November 2014. Pukul 16.00 WIB

Fujaya, Y., 1999. **Fisiologi ikan.** Rineka Cipta; Jakarta

Ghosal, S, M. Rogers, and A. Wray. 2000. **The Turbulent Life Of Fitoplankton.** Centre For Turbulent Research: 31-45

Hidayat, Rian. Lily Viruly, S.TP, M.Si, Diana Azizah, S.Pi, M.Si. 2013. **KAJIAN KANDUNGAN KLOOROFIL-a PADA FITOPLANKTON TERHADAP PARAMETER KUALITAS AIR DI TELUK TANJUNGPINANG KEPULAUAN RIAU.** http://jurnal.umrah.ac.id/wp-content/uploads/gravity_forms/1-ec61c9cb232a03a96d0947c6478e525e/2014/03/Jurnal-Rian-Hidayat.pdf. Diakses 2 Februari 2015. 16.00 WIB.

Halisa, Nur. 2014. **Laporan Praktikum Ekologi Perairan** . <http://nurhalisa20.blogspot.com/2014/05/laporan-praktikum-ekologi-perairan.html>. Diakses 29 November 2014. Pukul 16.30 WIB

Herawati, E. Y dan Kusriani. 2005. **Planktonologi.** Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang

Herawati, E. Y. 1989. **Pengantar Planktonologi**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang

Hidayatullah, Syarif. 2012. **Studi Komunitas Fitoplankton Sebagai Sumber Daya Pakan Pada Kolam Perikanan Nila Cibaraja Kabupaten Sukabumi**. <http://ysuryadi.blogspot.com/2012/06/studi-komunitas-fitoplankton-sebagai.html>. Diakses 29 November 2014. Pukul 17.00 WIB

Horne, A. J and C. R. Goldman. 1994. **Limnology**. Second Edition. McGraw – Hill, Inc. Singapore

Hutagalung, P Horas. Dedy Setiapermana dan S. Hadi Riyono. 1997. **Metode Analisis Air Laut, Sediman dan Biota**. Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. LIPI. Jakarta

Idrus, H dan Reni Mayasari, ST. 2005. **Pengaturan dalam Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan di Indonesia**. pustaka.pu.go.id/files/pdf/KT-km-00694-116200733241.pdf. Tanggal akses 27 Juli 2013. Pukul 16.45 WIB

Irianto, A.. 2005. **Patologi Ikan Teleostei**. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

Kordi, G.H.K dan A. B. Tancung. 2007. **Pengelolaan Kualitas Air Budidaya Perairan**. Rineka Cipta. Jakarta

Kusriani. 1992. **Zooplanktonologi**. Nuffic. Universitas Brawijaya/ Luw/ Fish. Malang

Komarawidjaja, Wage. Sutrisno Sukimin dan Entang Arman. 2005. **Status Kualitas Air Waduk Cirata dan Dampaknya Terhadap Pertumbuhan Ikan Budidaya**. <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/413/501>. Diakses 14 November 2014. Pukul 15.30 WIB

Lahiank, Adi. 2011. **Laporan Biologi Perikanan**. <http://poggot.blogspot.com/2011/12/i.html>. Tanggal akses 30 Agustus 2014. Pukul 19.00 WIB

Marzuki. 1986. **Metodologi Riset**. Fakultas Ekonomi. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

Mahmudi, M. 2010. **Produktivitas Perairan**. Diktat Kuliah. FPIK UB. Malang

Mulyanto. 1992. **Manajemen Perairan**. LUW UNIBRAW FISH. Fisheries Project. Malang

Natzir. 1983. **Metode Penelitian**. Ghalia Indonesia. Jakarta

Nurul. 2013. **Pemetaan Daerah Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) di Teluk Tomini Provinsi Gorontalo**. <http://nurul//2013/04/pemetaan.blog>. Diakses 10 November 2014. Pukul 19.00 WIB

Odum, E.P, 1972. **Fundamental of Ecology**. WB Sounder ; Philadelpia

Prescott, G. W. 1970. **How to Know Freshwater Algae**. Dubuque. Iowa. W.M. C. Brown Company Publishers

Putri Kemili dan Mutiara R. Putri, 2012. **Pengaruh Durasi dan Intensitas Upwelling Berdasarkan Anomali Suhu Permukaan Laut Terhadap Variabilitas Produktivitas Primer di Perairan Indonesia**. Vol. 4, No. 1, Hal.66-79, Juni 2012. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jippi/article/viewFile/5240/3672>. Tanggal akses 28 Juli 2013. Pukul 10.00 WIB

Rahmawaty, S. Hut. 2002. **Pengelolaan Sumberdaya Perairan Waduk Secara Optimal dan Terpadu**. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/911/1/hutan-rahmawaty3.pdf>. Tanggal akses 27 Juli 2013. Pukul 15.00 WIB

Rahmat, Fuqih Shaleh, Ika Fitria Hasibuan, dll. 2012. **Laporan Praktikum Produktivitas Perairan**. [http:// 44nuralimpasingi .files.wordpress.com/2013/01/produktivitas-perairan-kelompok-2.pdf](http://44nuralimpasingi.files.wordpress.com/2013/01/produktivitas-perairan-kelompok-2.pdf). Diakses 10 November 2014. Pukul 16.00 WIB

Rasyid, Abdul. 2009. **DISTRIBUSI KLOROFIL-a PADA MUSIM PERALIHAN BARAT-TIMUR DI PERAIRAN SPERMONDE PROPINSI SULAWESI SELATAN**. [http:// pasca.unhas.ac.id /jurnal /files/ 76d083145941 ddd77 9d3dc1f16e5a2c3.pdf](http://pasca.unhas.ac.id/jurnal/files/76d083145941ddd779d3dc1f16e5a2c3.pdf)/ J. Sains & Teknologi, Agustus 2009, Vol.9 No.2 : 125 – 132. Diakses 10 November 2014. Pukul 17.30 WIB

Rustidja. 1996. Feromon Ikan. Universitas Brawijaya Malang.

Saanin, H. 1986. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan. Binacipta Anggota IKAPI. Bogor.

Sitorus, M. 2009. **Hubungan Nilai Produktivitas Primer dengan Konsentrasi Klorofil-a, dan Faktor Fisika Kimia Di Perairan Danau Balige**, Sumatera utara. USU. Medan

Sofa. 2008. Sejarah dan Ruang Lingkup Ekologi dan Ekosistem. <http://massofa.Word-press.com/2008/09/23/sejarah-dan-ruang-lingkup-ekologi-dan-ekosistem/>Diakses pada tanggal 20 April 2010, pada pukul 15.15 WIB

Subarijanti, H. U. 1989. **Pengantar Praktikum Limnologi**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang

_____. 1990. **Ekologi Perairan. Fakultas Perikanan**. Universitas Brawijaya. Malang

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

Sudjana, N. 1999. **Tuntunan Penyusunan Karya Ilmiah**. Sinar Baru Algensindo

Suryabrata. 1994. **Metodologi Penelitian**. Rajawali Press. Jakarta

Wetzel, R. G. 1983. **Limnology**. Saunders College Publication. Philadelphia

Wiadnya, D.G.R., L. Sutini dan T.D. Lelono. 1993. **Bahan Referensi Manajemen Sumberhayati Perairan dengan kasus Perikanan Tangkap Di Jawa Timur**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang

Widiastuti, Wenny Catur, 2009. **Komunitas Zooplankton Pada Tambak Podo Rukun Di Desa Raci Kecamatan Bangil Kabupaten Pauruan Propinsi Jawa Timur**. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.

Wiryanto, A P. 2001. Produktifitas Primer Perairan Waduk Cengklik Boyolali. <http://www.google.com>. Diakses pada tanggal 21 Mei 2014, pukul 11.00 WIB

