

**TINGKAT EUTROFIKASI EKOSISTEM PERAIRAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE TROPIC STATE INDEX (TSI) DI WADUK
SENGGURUH KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:
PRAMUNITA PUTRI NOVIASARI
NIM. 14508010111107



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



**TINGKAT EUTROFIKASI EKOSISTEM PERAIRAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE TROPIC STATE INDEX (TSI) DI WADUK
SENGGURUH KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR**

SKRIPSI

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

Oleh:
PRAMUNITA PUTRI NOVIASARI
NIM. 14508010111107



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUBERDAYA PERAIRAN
JURUAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

SKRIPSI

TINGKAT EUTROFIKASI EKOSISTEM PERAIRAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE *TROPHIC STATE INDEX* (TSI) DI WADUK
SENGGURUH KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR

Oleh:

PRAMUNITA PUTRI NOVIASARI

NIM. 145080101111077



**Mengetahui,
Ketua Jurusan**

Dr.Ir. Muhamad Firdaus, MP

NIP.19680919 200501 1 001

Tanggal: 07 JUN 2018

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

Nanik Retno Buwono, S.Pi, MP

NIP. 19840420 201204 2 002

Tanggal: 07 JUN 2018

MP



LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **TINGKAT EUTROFIKASI EKOSISTEM PERAIRAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE TROPIC STATE INDEX (TSI) DI WADUK SENGGURUH KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR.**

Nama Mahasiswa : Pramunita Putri Noviasari

NIM : 145080101111077

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING :

Pembimbing : Nanik Retno Buwono, S.Pi, MP

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING :

Dosen Penguji 1 : Prof. Dr.Ir Endang Yuli H.,MS

Dosen Penguji 2 : Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng.,D.Sc

Tanggal Ujian : 31 Mei 2018



UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, berkaitan dengan terselesaikannya Usulan Skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam pembuatan laporan ini sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.

Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. Happy Nursyam, MS, selaku dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.
2. Dr.Ir. M. Firdaus. MP, selaku ketua jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
3. Dr. Ir. Mulyanto, MSi selaku ketua program studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
4. Nanik Retno Buwono, S.Pi, MP., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu, bimbingan dan pengarahan selama penyusunan proposal dan laporan.
5. Kedua orang tuaku dan keluargaku tercinta yang telah memberikan doa restu, perhatian, kasih sayang, motivasi, nasihat dan semangat, dan bersedia menjadi tempat berkeluh kesah dan mendukungku baik moril dan materil.
6. Teman-teman Manajemen Sumberdaya Perairan angkatan 2014 untuk segala bantuan, semangat dan dukungan serta kakak tingkat Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang yang telah memberi masukan, arahan dan informasi pengalamannya.

7. Pihak-pihak yang telah mensupport dan membantu dalam proses penyusunan usulan SKripsi yang telah banyak membantu dan tidak dapat penulis sebutkan namanya satu-persatu.

Semoga Usulan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Malang, 31 Mei 2018

Penulis



RINGKASAN

PRAMUNITA PUTRI NOVARI. Tingkat Eutrofikasi Ekosistem Perairan dengan Menggunakan Metode *Trophic State Index* (TSI) di Waduk Sengguruh Kabupaten Malang, Jawa Timur. (Dibawah bimbingan **Nanik Retno Buwono, S.Pi,MP**)

Waduk memiliki potensi besar diberbagai aspek kehidupan. Salah satunya yaitu Waduk Sengguruh yang telah banyak dimanfaatkan antara lain sebagai irigasi, budidaya ikan, menahan laju sedimen, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan kegiatan rumah tangga serta industri lainnya. Semua aktivitas tersebut apabila berkembang diluar kendali daya dukung lingkungan, akan mendorong peningkatan kesuburan dan pencemaran perairan. Waduk yang mempunyai tingkat kesuburan tinggi karena adanya peningkatan jumlah unsur hara yang masuk ke perairan. Kegiatan pertanian dan pemukiman akan menambah tingkat kesuburan perairan yang berasal dari luar. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui status trofik dan tingkat kesuburan perairan dengan menggunakan metode *Trophic State Index* (TSI) di Waduk Sengguruh Malang Jawa Timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif dengan pengumpulan data primer dan sekunder. Penelitian ini mengkaji berbagai parameter fisika, kimia dan biologi perairan. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 29 Januari - 12 Februari 2018 di Waduk Sengguruh, Desa Sengguruh, Kepanjen Malang, Jawa Timur. Analisa parameter fisika, kimia dan biologi dilakukan di Laboratorium Unit Pelaksana Teknis Air Tawar Sumberpasir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Pengukuran total fosfat dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1 Malang.

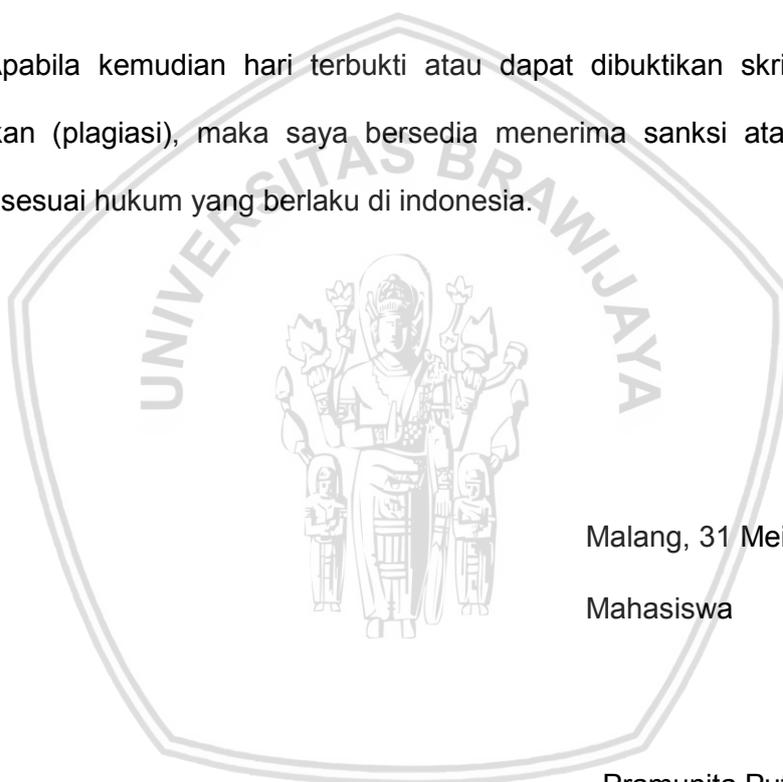
Hasil penelitian parameter fisika, kimia dan biologi yang diukur di Waduk Sengguruh didapatkan hasil nilai rata-rata meliputi suhu sebesar 25.6°C; kecerahan sebesar 25 cm; pH sebesar 7.6; DO sebesar 8.34 mg/L; nitrat sebesar 0.85 mg/L; orthofosfat 0.85 mg/L; total fosfat sebesar 0.43 mg/L; klorofil-a sebesar 6.135 mg/m³; kelimpahan fitoplankton rata-rata sebesar 4227 ind/ml yang termasuk kategori mesotrofik; indeks keanekaragaman fitoplankton 1.27 – 1.41 termasuk keanekaragaman sedang dan indeks dominasi 0.051 – 0.06. Tingkat kesuburan perairan di Waduk Sengguruh berdasarkan *Trophic State Index* (TSI) Carlson (1977) , termasuk eutrofik sedang ketinggian dimana nilai yang diperoleh yaitu 68.64 – 74.35

Hasil pengukuran parameter seperti suhu, kecerahan, pH, DO. Orthofosfat dan total fosfat termasuk kedalam perairan eutrofik (kesuburan tinggi). Kelimpahan fitoplankton pada kategori mesotrofik, indeks keanekaragaman rendah, fitoplankton yang ditemukan terdiri dari 5 divisi yaitu Chlorophyta 37% , Bacillariophyta 13%, Chrysophyta 18%, Cyanophyta 31% dan Euglenophyta 1%, tergolong perairan dengan tingkat kesuburan tinggi (eutrof), karena fitoplankton yang ditemukan bervariasi dan didominasi oleh alga hijau dan alga biru .Analisa perhitungan TSI termasuk dalam kategori eutrofik sedang ketinggian. Kategori kesuburan perairan eutrofik dengan ciri-ciri yaitu kesuburan perairan tinggi, didominasi oleh alga hijau atau alga hijau biru, terjadi penggumpalan, atau masalah tanaman air sudah ekstensif. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan keadaan Waduk Sengguruh masih tergolong baik dengan nilai kualitas air dalam kisaran normal, namun seiring dengan berjalannya waktu dan meningkatnya unsur hara yang masuk kedalam perairan dapat merubah kondisi kualitas air, jadi disarankan untuk dilakukan konservasi di Waduk Sengguruh dengan tetap menjaga kualitas air dan tidak mencemari perairan waduk sehingga kondisinya masih terjaga.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa penelitian yang saya tulis ini dibawah payung penelitian dari Nanik Retno Buwono. S.Pi, MP . Didalam skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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



Malang, 31 Mei 2018

Mahasiswa

Pramunita Putri Noviasari

NIM. 145080101111077

KATA PENGANTAR

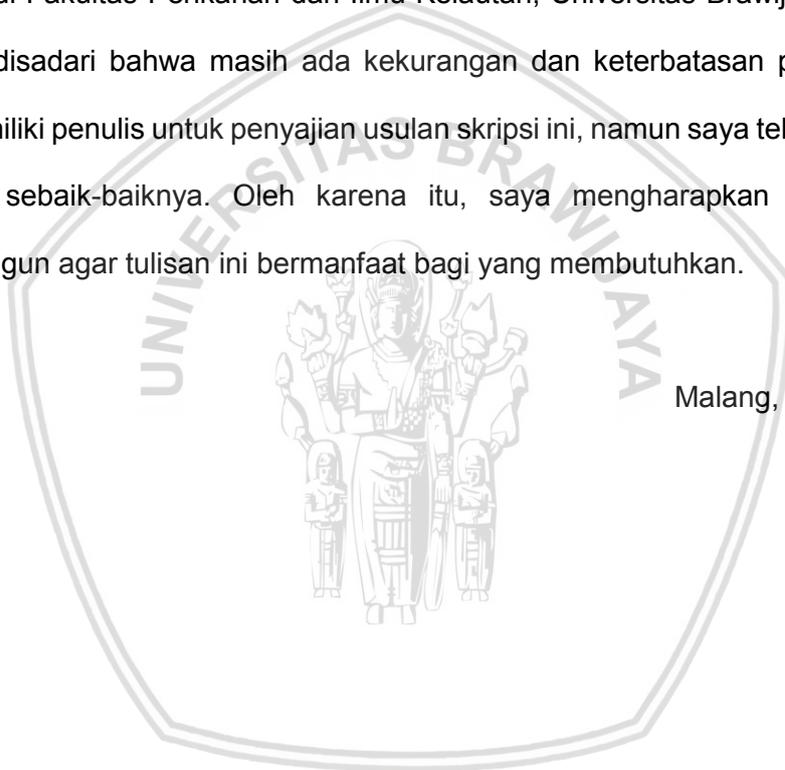
Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Usulan Skripsi dengan judul:

Tingkat Eutrofikasi Ekosistem Perairan dengan Menggunakan Metode Trophic State Index (TSI) di Waduk Sengguru Kabupaten Malang, Jawa

Timur Usulan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang. Sangat disadari bahwa masih ada kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis untuk penyajian usulan skripsi ini, namun saya telah berusaha dengan sebaik-baiknya. Oleh karena itu, saya mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 31 Mei 2018

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i.....
HALAMAN JUDUL.....	ii.....
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv.....
UCAPAN TERIMA KASIH.....	1.....
RINGKASAN.....	3.....
KATA PENGANTAR.....	4.....
DAFTAR ISI.....	6.....
DAFTAR GAMBAR.....	8.....
DAFTAR TABEL.....	9.....
DAFTAR LAMPIRAN.....	10.....
1.PENDAHULUAN.....	11.....
1.1 Latar Belakang	11
1.2 Rumusan Masalah	13
1.3 Tujuan	14
1.4 Kegunaan.....	14
1.5 Tempat dan Waktu	14
2.TINJAUAN PUSTAKA.....	16.....
2.1 Waduk.....	16
2.2 Eutrofikasi	17
2.3 Status Trofik	19
2.4 Indeks Status Trofik (TSI / <i>Trophic State Index</i>)	19
2.5 Fitoplankton.....	21
2.6 Klorofil-a	22
2.7 Parameter Kualitas Air.....	23
2.7.1 Suhu	23
2.7.2 Kecerahan.....	24
2.7.3 Derajat Keasaman.....	24
2.7.4 Oksigen Terlarut.....	25
2.7.5 Nitrat	26
2.7.6 Orthofosfat	27
2.7.7 Total Fosfat	27
3.MATERI DAN METODE.....	29.....
3.1 Materi Penelitian.....	29
3.2 Alat dan Bahan.....	29
3.3 Lokasi Penelitian	30
3.4 Metode Penelitian.....	30
3.4.1 Data	30
3.4.2 Penentuan Stasiun.....	32
3.4.3 Teknik Pengambilan Sampel.....	33
3.5 Analisis Data TSI (<i>Trophic State Index</i>).....	34
3.6 Fitoplankton.....	34
3.6.1 Pengambilan Sampel Plankton.....	34
3.6.2 Identifikasi Plankton	35



3.6.3	Perhitungan Jumlah Fitoplankton	35
3.6.4	Indeks Keanekaragaman.....	36
3.6.5	Indeks Dominasi.....	37
3.7	Klorofil-a	37
3.8	Prosedur Pengamatan Parameter Kualitas Air	38
3.8.1	Suhu	38
3.8.2	Kecerahan.....	38
3.8.3	Derajat Keasaman.....	38
3.8.4	Oksigen Terlarut.....	39
3.8.5	Nitrat	39
3.8.6	Orthofosfat	40
3.8.7	Total Fosfat	40
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1	Keadaan Waduk Sengguruh.....	43
4.2	Deskripsi Stasiun Pengamatan.....	44
4.3	Analisis Data TSI (<i>Total State Index</i>).....	46
4.4	Fitoplankton.....	49
4.4.1	Kelimpahan relatif.....	49
4.4.2	Indeks keanekaragaman	52
4.4.3	Indeks dominasi.....	53
4.5	Klorofil-a	55
4.6	Hasil Pengukuran Kualitas Air	56
4.6.1	Suhu	56
4.6.2	Kecerahan.....	58
4.6.3	Derajat Keasaman (pH).....	59
4.6.4	Oksigen Terlarut.....	60
4.6.5	Nitrat	61
4.6.6	Orthofosfat	62
4.6.7	Total Fosfat	63
5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	66
	DAFTAR PUSTAKA.....	67
	LAMPIRAN.....	74



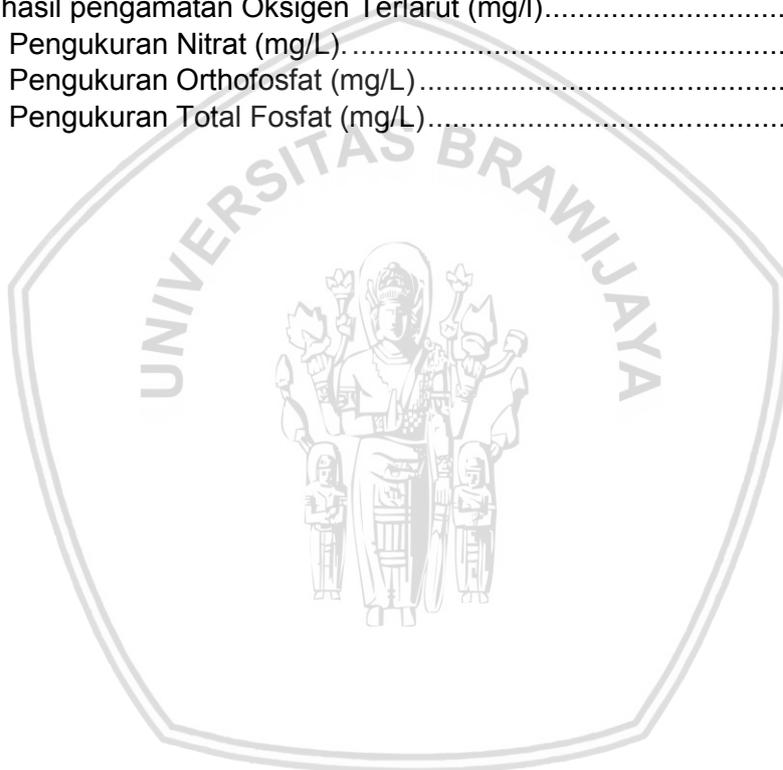
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Stasiun Lokasi Pengamatan	33
2. Stasiun 1.....	44
3. Stasiun 2.....	44
4. Stasiun 3.....	45
5. Stasiun 4.....	45
6. hasil perhitungan TSI (Total State Index)	46
7. Hasil perhitungan kelimpahan Fitoplankton ind/ml.	50
8. Kelimpahan Relatif Fitoplankton di Waduk Sengguruh. Error! Bookmark not defined	50
9. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman Fitoplankton	52
10. Hasil perhitungan indeks dominasi fitoplankton.....	54
11. Peta Lokasi Penelitian	74



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kategori Status Trofik berdasarkan indeks Status Trofik Carlson.....	20
2. Alat dan Fungsi.....	29
3. Bahan dan fungsi.....	30
4. Spesifikasi Sensor AAQ1183.....	42
5. Hasil Perhitungan klorofil-a (mg/m ³).....	55
6. Tabel Hasil Pengukuran Suhu (°C).....	57
7. Tabel Hasil Pengukuran Kecerahan (cm).....	58
8. Hasil Pengukuran Derajat Keasaman.....	59
9. Tabel hasil pengamatan Oksigen Terlarut (mg/l).....	60
10. Hasil Pengukuran Nitrat (mg/L).....	61
11. Hasil Pengukuran Orthofosfat (mg/L).....	62
12. Hasil Pengukuran Total Fosfat (mg/L).....	63



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Lokasi Waduk Sengguruh.....	74
2. Alat dan Bahan	75
3. Analisis Data TSI (Total State Index)	76
4. Plankton yang ditemukan.....	84
5. Hasil Perhitungan Fitoplankton	89
6. Perhitungan Indeks Keanekaragaman	95
7. Perhitungan Indeks Dominasi	97
8. Hasil Analisa Total Phospat di Laboratorium Jasa Tirta	98
9. Dokumentasi kegiatan	101



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan merupakan media hidup bagi organisme akuatik, dimana dalam perairan terdapat satuan ekosistem yang saling berkaitan satu sama lain. Ekosistem perairan terutama sumberdaya hayati nantinya dapat menjadi potensi perikanan yang lebih potensial dibandingkan dengan sumberdaya alam yang ada di darat. Terutama mengingat sumberdaya alam yang ada di darat semakin berkurang. Menurut Rahmawanty (2002), luas perairan danau dan waduk di Indonesia mencapai 2,6 juta hektar. Pengelolaan sumberdaya perairan sangat penting untuk dikembangkan karena sebagai sumberdaya hayati pengganti dari lahan daratan yang digenangi. Oleh karena itu kelestarian ekosistem perairan sangat perlu dijaga.

Waduk merupakan salah satu contoh perairan tawar buatan yang dibuat dengan cara membendung sungai (Apridayanti, 2008), waduk mempunyai karakteristik yang berbeda dengan badan air lainnya. Waduk menerima masukan air secara terus menerus dari sungai yang mengalirinya. Air sungai ini membawa bahan organik dan anorganik, selain itu juga adanya sisa pupuk dari kegiatan pertanian dan perkebunan yang dapat menyebabkan pengkayaan nutrisi sehingga mempengaruhi komunitas fitoplankton dan produktivitas primer perairan waduk, dan selanjutnya akan mempengaruhi potensi perikanan yang ada pada suatu perairan waduk.

Waduk Sengguruh terletak di Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Malang, Jawa Timur, berada 24 km di selatan Kota Malang. Lokasi waduk berada pada bagian hilir pertemuan sungai Brantas dan sungai Lesti dan juga berada pada ujung daerah genangan Waduk Sutami dan bertujuan untuk menahan laju sedimen yang masuk ke Waduk Sutami serta PLTA. Waduk Sengguruh

merupakan waduk serbaguna yang berfungsi sebagai pembangkit tenaga listrik, memenuhi ketersediaan air irigasi, dan juga yang paling penting yaitu sebagai penahan sedimen yang masuk ke Waduk Sutami. Sedimentasi yang terjadi di Waduk Sengguruh tiap tahun mengalami kenaikan. Setiap tahunnya sedimen dan sampah di Waduk Sengguruh mencapai 5 juta m³. Sedangkan kemampuan teknis mengeruk sedimen hanya 220.000 m³/ tahun (Ma'wa *et al.*, 2012). Waduk Sengguruh mendapat pasukan air dari aliran air sungai brantas, kali lesti dan kali metro, sejak tahun 2000 dari segi jumlah penduduk dan industri yang tumbuh di sekitarnya mengakibatkan peningkatan dalam penggunaan air sungai sekaligus peningkatan pencemaran terutama pencemaran organik. Sampah-sampah organik ini sebagian besar berasal dari kegiatan domestik penduduk dan pembuangan limbah industri di sekitar sungai (Yetti, 2007).

Eutrofikasi adalah proses pengkayaan sistem biologi oleh unsur hara, terutama oleh nitrogen dan fosfor (Barus, 2004). Peningkatan nutrien yang berkelanjutan dalam konsentrasi yang tinggi pada akhirnya akan menyebabkan badan air menjadi sangat subur (eutrofik) dan menimbulkan gangguan (dampak negatif) bagi badan air tersebut. Proses eutrofikasi sendiri merupakan proses alami yang akan terjadi pada setiap perairan tergenang namun dalam waktu yang cukup lama. Seiring dengan meningkatnya aktivitas masyarakat, maka akan memberikan masukan berupa unsur hara ke badan air dan jika proses pulih diri (*self purification*) terlampaui maka akan mempercepat proses eutrofikasi (Suryana *et al.*, 2010).

Tingkat eutrofikasi ekosistem perairan dapat ditentukan dengan menggunakan indeks dalam menentukan status trofiknya. Status trofik dapat ditentukan dengan pendekatan menggunakan berbagai indikator perairan seperti fisika, kimia dan biologi (Husnah, 2012). Studi pengembangan dan aplikasi

pendekatan status trofik telah banyak dilakukan dengan menggunakan metode seperti TSI (*Trophic State Index*) (Carlson, 1977).

Dari uraian diatas diketahui bahwa beban masukan yang berasal dari sungai dapat meningkatkan nutrien atau unsur hara di perairan waduk yang mempengaruhi peningkatan pertumbuhan fitoplankton dan status trofiknya. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi kualitas air serta tingkat eutrofikasi berdasarkan status trofik suatu perairan dengan pendekatan metode TSI (*Trophic State Index*) dengan parameter fisika, kimia dan biologi di perairan Waduk Sengguruh.

1.2 Rumusan Masalah

Aktivitas Manusia di sekitar Waduk Sengguruh memberikan kontribusi masuknya berbagai jenis limbah. Limbah tersebut antara lain berasal dari limbah domestik, perikanan dan limbah industri. Pasokan air Waduk Sengguruh berasal dari aliran Sungai Brantas dan Sungai Lesti yang membawa sedimen serta sampah yang menjadi limbah. Pencemaran yang terjadi dapat merubah kualitas air suatu perairan. Perubahan kualitas air baik secara fisika, kimia maupun biologi. Perubahan kualitas air suatu perairan dapat mempengaruhi pengkayaan nutrien suatu perairan. Pengkayaan nutrien suatu perairan atau eutrofikasi dapat diketahui dengan sebuah metode yaitu TSI (*Trophic State Index*). Metode TSI ini digunakan untuk mengetahui kualitas air dan tingkat kesuburan suatu perairan atau status trofik dengan menggunakan parameter fisika, kimia dan biologi suatu perairan.

Berdasarkan permasalahan yang telah disampaikan diatas, perumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana tingkat kesuburan perairan Waduk Sengguruh dengan menggunakan metode *Trophic State Index* (TSI).

1.3 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka tujuan diadakan penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat kesuburan atau status trofik suatu perairan di Waduk Sengguruh berdasarkan nilai Indeks TSI (*Trophic State Index*).

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian tentang tingkat eutrofikasi perairan menggunakan metode Trophic State Index (TSI) di Waduk Sengguruh, Kabupaten Malang Jawa Timur adalah sebagai berikut.

a. Mahasiswa

Meningkatkan keterampilan mahasiswa di lapang, memperluas wawasan, dan menambah pengetahuan terutama tentang tingkat kesuburan perairan di perairan Waduk Sengguruh, Kabupaten Kepanjen, Malang Jawa Timur.

b. Pihak Pengelola

Memberikan Informasi dan rujukan dalam menentukan kebijakan guna pengelolaan sumberdaya perikanan yang berkelanjutan dan memberikan informasi kepada pihak terkait tentang kesuburan perairan waduk sehingga mempermudah pengelolaan serta pengembangan waduk.

c. Pihak Berkepentingan Lain

Memberikan sumber referensi ilmu pengetahuan baru untuk dijadikan pengembangan pola pikir dan penelitian lebih lanjut.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Waduk Sengguruh Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang Jawa Timur. Kemudian dilanjutkan dengan analisis

parameter fisika, kima dan biologi di laukan di Laboratorium Unit Pelaksanaan Teknis Perikanan Air Tawar Sumberpasir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Pengukuran total fosfat dilakukan di Laboratorium Kualitas air Perum Jasa Tirta 1 Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada periode bulan 29 Januari - 12 Februari 2018.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waduk

Waduk merupakan salah satu contoh perairan tawar buatan yang dibuat dengan cara membendung sungai tertentu dengan berbagai tujuan yaitu sebagai pencegah banjir, pembangkit listrik, pensuplai air bagi kebutuhan irigasi pertanian, untuk kegiatan perikanan baik perikanan tangkap maupun perikanan budidaya keramba, dan bahkan untuk kegiatan pariwisata. Dengan demikian keberadaan waduk telah memberikan manfaat sendiri bagi masyarakat (Apridayanti, 2008).

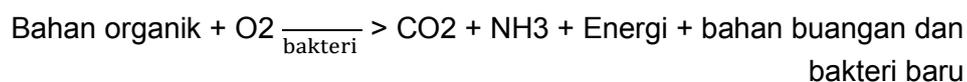
Menurut Verawati (2011), Waduk adalah salah satu sumberdaya air tawar yang menunjang semua kegiatan makhluk hidup dan kegiatan sosial ekonomi manusia. Waduk dijumpai pada wilayah yang kekurangan air atau kelebihan air. Atau mungkin dimana terdapat pertanian atau teknologi yang mempunyai fasilitas pengontrolan air. Pada waktu air berkurang, waduk kebanyakan digunakan untuk mencukupi persediaan air yang digunakan selama periode tersebut dimana lebih dibutuhkan untuk irigasi atau persediaan air (Nugraheni, 2001).

Waduk dibangun dengan cara membendung aliran air sungai sehingga air sungai tertahan sementara dan menggenangi bagian daerah aliran sungai (DAS) atau *watershed* yang rendah. Waduk dapat dibangun di dataran rendah maupun dataran tinggi. Beberapa waduk dapat dibangun disepanjang sebuah aliran sungai. Waduk yang dibangun di dataran tinggi atau hulu sungai akan membentuk menjari, relatif sempit dan bertebing curam serta dalam. Sebaliknya, waduk yang dibangun di dataran rendah atau hilir sungai berbentuk bulat, relatif luas dan dengan badan air relatif dangkal (Kordi dan Tancung, 2007).

2.2 Eutrofikasi

Eutrofikasi didefinisikan sebagai pengayaan (*enrichment*) air dengan nutrien berupa bahan anorganik yang dibutuhkan oleh tumbuhan dan mengakibatkan terjadinya peningkatan produktivitas primer perairan (Effendi, 2003). Menurut Soeprbowati dan Suedy (2010), proses pengkayaan perairan, terutama oleh nitrogen dan fosfor, tetapi juga elemen lainnya seperti silikon, potassium, calcium dan mangan yang menyebabkan pertumbuhan tidak terkontrol dari tumbuhan air yang dikenal dengan istilah blooming.

Eutrofikasi merupakan salah satu faktor utama penyebab memburuknya lingkungan akuatik. Kelebihan nitrogen dan fosfor dalam perairan yang berasal dari aktifitas daratan menyebabkan suatu keadaan yang tidak seimbang. Bila terdapat nutrien yang diperlukan untuk pertumbuhan fitoplankton, maka akan terjadi ledakan populasi. Ledakan fitoplankton merupakan salah satu faktor terjadinya eutrofikasi karena akibat menambahnya bahan organik pada perairan (Jenie dan Rahayu, 1993). Menurut Effendi (2003), bahan organik baik bahan alami maupun sintesis masuk ke dalam badan air sebagai hasil dari aktivitas manusia. Penyusun utama bahan organik biasanya berupa polisakarida (karbohidrat), polipeptida (protein), lemak (fats), dan asam nukleat (nucleid acid). Pada bahan organik, untuk menganalisis secara keseluruhan dan tidak memberikan perbedaan yang komplit jika bahan organik berada di dalam limbah. Jasad renik yang ada di dalam air limbah akan menggunakan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik menjadi energi, bahan buangan lainnya seperti gas (Sugiharto, 1987)



Perombakan bahan organik membutuhkan oksigen terlarut dalam air, hal ini menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air yang dibutuhkan organisme untuk metabolisme dan pernafasan. Kekurangan oksigen yang terjadi karena kelebihan limbah organik yang dapat memicu ledakan plankton pada kondisi tertentu, terutama pada waktu suhu perairan cukup hangat dan tidak ada arus (Sachoemar dan Wahjono, 2007). Blooming fitoplankton di perairan dapat menimbulkan terjadi peristiwa anaerobis (Boyd, 1982). Menurut Ratnasari (2007) anaerobis yaitu organisme dapat hidup walau tidak ada udara maupun oksigen. Namun bila terjadi secara berkala dapat mengakibatkan kematian terhadap organisme yang tinggal didalamnya.

Pada proses perombakan bahan organik melalui proses mineralisasi yaitu amonifikasi, deaminasi dan nitrifikasi. Proses nitrifikasi yaitu oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat dapat dilakukan oleh bakteri aerob. Nitrifikasi berjalan secara optimum pada pH 8 dan berkurang secara nyata pada pH < 7.



Hasil oksidasi ini sangat reaktif dan mudah sekali larut, sehingga dapat langsung digunakan dalam proses biologis (Effendi, 2003). Pada proses amonifikasi menghasilkan ammonia selama proses dekomposisi bahan organik. Proses denitrifikasi yaitu reduksi nitrat menjadi nitrit (NO_2^-), dinitrogen oksida (N_2O), dan molekul nitrogen (N_2). Proses reduksi nitrat berjalan optimal pada kondisi anoksik (tak ada oksigen). Dinitrogen oksida (N_2O) adalah produk utama dari denitrifikasi pada perairan dengan kadar oksigen sangat rendah, sedangkan molekul nitrogen (N_2) adalah produk utama dari proses denitrifikasi pada kondisi anaerob. Proses denitrifikasi akan berkurang atau lambat pada kondisi pH dan suhu rendah (Effendi, 2003).

2.3 Status Trofik

Menurut Zulfia dan Aisyah (2013), status trofik merupakan indikator tingkat kesuburan suatu perairan yang dapat diukur dari nutrien dan tingkat kecerahan serta aktifitas biologi lainnya yang terjadi di suatu badan air. Status trofik sering digunakan untuk mengklasifikasikan ekosistem perairan berdasarkan produktivitas biologinya. Kegiatan manusia yang merubah kandungan unsur hara dan masuknya cahaya matahari ke dalam ekosistem perairan sangat mempengaruhi status trofik suatu perairan (Husnah, 2012).

Menurut Soeprbowati dan Suedy (2010), status trofik perairan dapat diindikasikan sebagai kesuburan perairan yang berhubungan sangat erat dengan kandungan klorofil fitoplankton. Semakin tinggi pasokan nutrien akan meningkatkan kesuburan perairan. Gambaran status trofik suatu perairan dapat diperoleh salah satunya dengan menghitung konsentrasi total fosfor (zat penting bagi pertumbuhan alga), konsentrasi klorofil-a (gambaran jumlah kehadiran alga di perairan) serta tingkat kecerahan air. Metode lain untuk mengklasifikasikan tingkat kesuburan adalah dengan menghitung kandungan nitrat dan fosfat serta kelimpahan plankton (Zulfia dan Aisyah, 2013).

2.4 Indeks Status Trofik (*Trophic State Index*)

Status trofik didefinisikan sebagai berat total organik yang hidup (biomassa) dalam suatu perairan di lokasi dan waktu tertentu. Status trofik dipahami sebagai respon biologis terhadap penambahan nutrien. TSI merupakan dasar penentuan status trofik (kesuburan perairan) dengan menggunakan biomassa alga (Carlson, 1977). TSI adalah indeks yang sederhana karena membutuhkan data yang sedikit dan umumnya mudah dipahami. Pendugaan biomassa alga juga dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap tiga

parameter, yaitu klorofil-a , kedalaman secchi, dan total fosfat. Nilai TSI berkisar dari 0-100 (Carlson, 1977).

Penggandaan biomassa alga ditunjukkan dengan pengurangan nilai kedalaman Secchi, total fosfat juga akan mempengaruhi nilai kedalaman Secchi. Peningkatan total fosfat akan mempengaruhi pertumbuhan biomassa alga. Pendugaan biomassa alga dapat dilihat dari kandungan klorofil-a (Carlson, 1997). Kategori status trofik berdasarkan pada indeks status trofik Carlson dapat dilihat pada Tabel 1. Sulastri *et al.*, (2010), memilih parameter fosfor untuk mengklasifikasikan status ekologis danau dan melaporkan bahwa fosfor memiliki respon dan kolerasi yang positif terhadap klorofil-a, total nitrogen, total Suspended Solid (SS) dan memiliki hubungan negatif dengan kedalaman cakram Secchi serta hubungan positif dengan perubahan biologi seperti biomassa fitoplankton, zooplankton dan ikan.

Tabel 1. Kategori Status Trofik berdasarkan pada indeks Status Trofik Carlson.

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

Sumber : Utomo *et al.*, (2011).

2.5 Fitoplankton

Menurut Gamo (2008), fitoplankton didefinisikan sebagai organisme tumbuhan mikroskopik yang hidup melayang, mengapung di dalam air dan memiliki kemampuan gerak yang terbatas. Komposisi dan kelimpahan tertentu dari fitoplankton pada suatu perairan sangat berperan sebagai makanan alami pada tropik level di atasnya, juga berperan sebagai penyedia oksigen dalam perairan (Abida, 2010). Keberadaan fitoplankton di perairan sangat rentan terhadap perubahan lingkungan baik dari perubahan faktor fisika maupun faktor kimia. Fitoplankton dalam sistem akuatik memerlukan nitrogen dan fosfor sebagai faktor pembatas bagi pertumbuhannya, disamping faktor lainnya (Pirzan dan Rani, 2008)

Kelimpahan fitoplankton sangat berpengaruh terhadap ketersediaan nutrisi dalam suatu perairan. Kandungan nutrisi perairan berkaitan erat dengan kelimpahan fitoplankton dimana semakin tinggi kandungan nutrisi di suatu perairan maka semakin tinggi juga kelimpahan fitoplankton dan konsentrasi klorofil-a (Ayuningsih *et al.*, 2014). Pertumbuhan fitoplankton dalam skala kecil dapat meningkatkan kesuburan perairan dan menyediakan rantai makanan bagi ekosistem perairan. Namun ketika pertumbuhan tersebut meningkat drastis dan melebihi *carrying capacity* ekosistem yang dikenal dengan *algae bloom* yaitu fenomena peledakan populasi fitoplankton di perairan secara cepat dan dalam jumlah yang sangat besar, sehingga akan terjadi gangguan kestabilan ekosistem. Blooming alga dapat merubah kondisi fisika-kimia perairan yang tentu akan berakibat pula pada biologi perairan, yang pada gilirannya dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi yang mempengaruhi potensi sumber daya alam hayati perairan (Irawati, 2014).

2.6 Klorofila

Klorofil-a adalah salah satu zat pigmen fotosintesis yang dapat mendistribusikan energi cahaya bagi tumbuhan yang ada di perairan khususnya fitoplankton. Klorofil-a merupakan produk utama untuk meningkatkan produktivitas primer dalam rangkaian rantai makanan yang dihasilkan melalui proses fotosintesis dimana sinar matahari merubah nutrisi yang ada di laut menjadi produk yang siap untuk digunakan oleh hewan-hewan renik yang melayang pasif dalam air (Bakhtiar dan Ta'alidin, 2013). Selain itu menurut Irawati (2014), konsentrasi klorofil-a sendiri dapat dijadikan petunjuk dalam menentukan status trofik suatu perairan, sehingga klorofil-a menjadi salah satu parameter yang sangat penting sebagai penentu tingkat kesuburan perairan.

Parameter klorofil-a dapat mengindikasikan kadar biomassa alga, dengan rata-rata beratnya adalah 1% dari biomassa, fosfor sebagai salah satu nutrisi penunjang untuk klorofil-a, dapat menimbulkan *algae bloom* yang dapat menyebabkan proses sedimentasi berjalan cepat (Juantari *et al.*, 2013). Jika di suatu perairan terjadi blooming alga, maka kandungan klorofil-a dalam perairan akan tinggi. Sebaran klorofil-a disebabkan adanya keterkaitan dengan kondisi geografis di suatu perairan. Beberapa parameter kimia yang dapat mempengaruhi klorofil-a diantaranya intensitas cahaya dan nutrisi. Menurut Sayekti *et al.*, (2015), tinggi rendahnya klorofil-a di perairan sangat dipengaruhi oleh faktor hidrologi perairan (suhu, salinitas, nitrat dan fosfat). Kandungan klorofil-a di suatu perairan dapat digunakan sebagai ukuran *standing stock* fitoplankton yang dapat dijadikan petunjuk kesuburan suatu perairan.

2.7 Parameter Kualitas Air

2.7.1 Suhu

Menurut Effendi (2003), suhu sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya. Menurut Rukminasari *et al* (2014), suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi kehidupan organisme di perairan, karena suhu dapat mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangan dari organisme air. Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme karena itu penyebaran organisme di perairan air tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut.

Suhu dapat mempengaruhi fotosintesis baik secara langsung maupun tidak langsung. Metabolisme yang optimum bagi sebagian besar makhluk hidup membutuhkan kisaran suhu yang relatif sempit. Pengaruh suhu secara langsung terhadap plankton adalah meningkatkan reaksi kimia enzimatik dalam proses fotosintesis sehingga laju fotosintesis meningkat seiring dengan kenaikan suhu (dari 10°C - 20°C) (Simanjuntak, 2009). Tinggi suhu dapat menaikkan laju maksimum fotosintesis, sehingga mempengaruhi distribusi fitoplankton secara klorofil-a yang ada di perairan (Nurdin, 2000). Pengaruh suhu tidak langsung adalah berkurangnya kelimpahan plankton akibat suhu semakin menurun dan kerapatan air semakin meningkat seiring bertambahnya kedalaman perairan. Perubahan suhu di perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, menurut Simanjuntak (2009), suhu di suatu perairan dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, dan intensitas penyinaran matahari yang masuk ke perairan. Selain itu, suhu perairan juga dipengaruhi oleh faktor geografis. Kenaikan suhu dapat menurunkan kelarutan oksigen dan meningkatkan toksisitas polutan.

2.7.2 Kecerahan

Kecerahan perairan adalah suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Pada perairan alami kecerahan sangat penting karena erat kaitannya dengan aktifitas fotosintesis. Kecerahan merupakan faktor penting bagi proses fotosintesis dalam suatu perairan (Sari dan Usman, 2012). Tingkat kecerahan perairan dapat menunjukkan sampai sejauh mana penetrasi cahaya matahari menembus perairan. Tingkat kecerahan sangat dipengaruhi oleh kekeruhan perairan (Nuriya *et al.*, 2010)

Tingkat kecerahan yang tinggi sangat berguna bagi kehidupan fitoplankton untuk melakukan proses fotosintesis sehingga dapat berkembang dengan baik. Tingkat kecerahan yang rendah sangat mempengaruhi distribusi dan kelimpahan fitoplankton serta klorofil-a di perairan (Radiarta, 2013). Kekeruhan pada suatu perairan dapat mengurangi intensitas cahaya matahari masuk kedalam perairan. 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 (Effendi, 2003).

2.7.3 Derajat Keasaman

Derajat keasaman suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang cukup penting dalam memantau kestabilan perairan (Simanjuntak, 2012). pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasahan yang dimiliki oleh suatu larutan. Tingkat asam atau basa dari suatu perairan. Perairan dengan nilai pH = 7 adalah netral, perairan dengan nilai pH < 7

dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan $\text{pH} > 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Effendi, 2003).

Perubahan pH dapat berakibat buruk terhadap kehidupan biota laut, baik secara langsung maupun tidak langsung (Rukminasari *et al.*, 2014). Fluktuasi pH sangat dipengaruhi oleh proses respirasi, karena gas karbondioksida yang dihasilkan. Semakin banyak karbondioksida yang dihasilkan dari proses respirasi, maka pH akan semakin rendah. Namun sebaliknya jika aktivitas fotosintesis semakin tinggi maka menyebabkan pH semakin tinggi (Kordi dan Tancung, 2010).

Menurut Susana (2009), menjelaskan bahwa perubahan nilai derajat keasaman (pH) dan konsentrasi oksigen yang berperan sebagai indikator kualitas perairan dapat terjadi sebagai akibat berlimpahnya senyawa-senyawa kimia baik yang bersifat polutan maupun bukan polutan. Pada pH rendah (keasaman yang tinggi) kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun, aktivitas pernafasan naik dan selera makan akan berkurang. Hal yang sebaliknya terjadi pada suasana basa (Kordi dan Tancung, 2010).

2.7.4 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* = DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan (Salmin, 2005). Kandungan oksigen terlarut di dalam air merupakan salah satu unsur penentu karakteristik kualitas air yang terpenting dalam lingkungan kehidupan akuatik. Besar atau kecilnya kandungan oksigen di dalam air dapat dijadikan indikator ada atau tidaknya pencemaran organik di suatu perairan (Sukimin, 2007).

Oksigen berperan sebagai pengoksidasi dan pereduksi bahan kimia beracun menjadi senyawa lain yang lebih sederhana dan tidak beracun. Disamping itu, oksigen juga sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme, sangat berperan dalam menguraikan senyawa kimia beracun menjadi senyawa lain yang

lebih sederhana dan tidak beracun (Salmin, 2005). Kekurangan oksigen ini bisa terjadi karena kelebihan limbah organik yang dapat memicu ledakan plankton pada kondisi tertentu, terutama pada waktu suhu perairan cukup hangat dan tidak ada arus (Sachoemar dan Wahjono, 2007). Menurut Irawan *et al.*, (2014), menyatakan terjadinya blooming fitoplankton mikroskopis yang hidup di lingkungan perairan dapat menimbulkan dampak negatif. Blooming fitoplankton dapat menyebabkan kematian ikan akibat kekurangan oksigen dan pembusukan.

2.7.5 Nitrat

Nitrat merupakan parameter perairan yang berpengaruh terhadap kehidupan organisme. Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama yang berguna bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil (Effendi, 2003). Kandungan nitrat yang sangat tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan fitoplankton dan mengakibatkan air kekurangan oksigen terlarut sehingga mengakibatkan kematian pada ikan (Sasongko, 2006).

Menurut Lestari (2014), peningkatan senyawa di perairan laut disebabkan oleh masuknya limbah domestik ke perairan yang umumnya mengandung banyak nitrat. Kandungan nitrat dalam perairan dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme. Sehingga nitrat di perairan dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0,1 mg/l, perairan mesotrofik antara 1-5 mg/l, dan perairan eutrofik berkisar antara 5-50 mg/l (Effendi, 2003). Kandungan nitrat nitrogen di perairan sangat mudah larut dan bersifat stabil. Kadar nitrat nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/l dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan, yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (nlooming) (Sayekti *et al.*, 2015).

2.7.6 Orthofosfat

Fosfat merupakan salah satu zat hara yang diperlukan dan memegang peranan penting di samping unsur-unsur lainnya bagi proses pertumbuhan dan metabolisme organisme, salah satunya fitoplankton. Menurut Santoso (2007), organisme yang memerlukan keberadaan unsur fosfat di perairan adalah fitoplankton yang memegang peranan penting dalam menentukan kesuburan suatu perairan. Faktor di dalam perairan terdapat tiga bentuk yaitu orthofosfat, metafosfat dan polifosfat. Tapi dari ketiga bentuk itu yang dimanfaatkan oleh fitoplankton dan alga di perairan adalah orthofosfat (Maizar, 2006).

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 (Effendi, 2003). Fosfor tidak bersifat toksik bagi manusia, hewan dan ikan. Namun, keberadaan fosfor secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulasi ledakan pertumbuhan alga di perairan (*algae bloom*). Alga yang berlimpah ini dapat membentuk lapisan pada permukaan air, yang selanjutnya dapat menghambat penetrasi oksigen dan cahaya matahari sehingga kurang menguntungkan bagi ekosistem perairan (Sayekti *et al.*, 2015). Menurut Jamalwinanto (2006) juga menjelaskan bahwa kandungan nilai fosfat yang tinggi di perairan menyebabkan meningkatnya kesuburan perairan yang ditandai dengan terjadinya blooming fitoplankton. Blooming fitoplankton berakibat buruk bagi biota air lain seperti ikan karena menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen.

2.7.7 Total Fosfat

Fosfat total merupakan penjumlahan dari fosfat anorganik dan fosfat organik. Senyawa fosfat anorganik yang terkandung dalam air, umumnya berada dalam bentuk ion (orto) asam fosfat, H_3PO_4 kira-kira 10% dan fosfat anorganik

terdapat sebagai ion PO_4^{3-} dan sebagian besar (90%) dalam bentuk HPO_4^{2-} (Hutagalung dan Rozak, 1997). Total fosfat secara umum digunakan untuk menentukan status kesuburan perairan (Prasad *et al.*, 2012).

Fosfor yang diserap oleh organisme tumbuhan adalah dalam bentuk orthofosfat. Sumber fosfor dalam perairan dapat berasal dari udara, pelapukan batuan, dekomposisi bahan organik, pupuk buatan (limbah pertanian), limbah industri, limbah rumah tangga dan mineral-mineral fosfat (Saeni, 1989). Fosfor sering dianggap sebagai faktor pembatas, hal ini didasarkan atas kenyataan bahwa fosfor sangat diperlukan dalam transfer energi.



3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah tingkat kesuburan perairan dengan metode TSI (*Trophic State Index*) Carlson (1977), dengan parameter pendukung meliputi parameter fisika (suhu, dan kecerahan), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, nitrat, orthofosfat, dan total fosfat) dan parameter biologi (klorofil-a dan fitoplankton) yang dilakukan di Waduk Sengguruh, Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Malang Jawa Timur.

3.2 Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan dalam pengambilan sampel kualitas air terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat dan Fungsi

No.	Alat	Fungsi
1.	AAQ 1183	Mengukur kualitas perairan
2.	Botol air mineral	Tempat air sampel nitrat ,orthofosfat dan total fosfat
3.	Botol film	Tempat menyimpan sampel plankton
4.	Coolbox	Tempat untuk menyimpan sampel
5.	Ember	Mengambil sampel air di waduk
6.	GPS	Menentukan titik koordinat
7.	Kamera	Dokumentasi
8.	Secchi disk	Mengukur kecerahan perairan
9.	Plankton net	Menyaring plankton yang ada di perairan

Bahan – bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel kualitas air terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bahan dan fungsi

No.	Alat	Fungsi
1.	Baterai alkaline	Sumber daya smart handy dan GPS
2.	Aquades	Mengkalibrasi AAQ 1183
3.	Es batu	Mengawetkan sampel
4.	Lugol	Mengawetkan sampel fitoplankton
5.	Tisu	Membersihkan alat
6.	Sampel air waduk	Objek yang diamati

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian akan dilakukan diperairan Waduk Sengguruh, Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Malang Jawa Timur. Sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah sampel air dan sampel fitoplankton. Pengambilan sampel dilakukan seminggu sekali selama 3 minggu. Lokasi Waduk Sengguruh dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dimana metode deskriptif didapatkan dari 2 data yaitu data primer dan data sekunder. Dalam metode ini pengambilan data dilakukan tidak hanya terbatas pada pengumpulan dari data tersebut. Metode ini bertujuan untuk membuat penggambaran secara sistematis, nyata dan akurat mengenai kejadian yang terjadi pada saat penelitian (Suryabarata, 1994).

3.4.1 Data

Data adalah kumpulan informasi yang didapatkan dari suatu pengamatan berupa angka, huruf dan gambaran yang bertujuan untuk menunjang penelitian yang dilakukan serta untuk menghasilkan informasi yang lebih jelas. Jenis data

pada penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survei yang dibedakan menjadi 2, yaitu :

1. Data Primer

Data primer adalah data baru yang diperoleh secara langsung dari sumber data utama yang bersifat up to date yang dikumpulkan oleh peneliti. Teknik yang dapat digunakan peneliti untuk mengumpulkan data primer antara lain observasi dan wawancara (Aedi, 2010). Data primer dalam penelitian dilakukan dengan observasi dan dilakukan dengan observasi dan wawancara. Data primer yang diperoleh secara langsung dari observasi dan dilakukan pengamatan kualitas perairan berdasarkan unsur hara (N, P dan S) dalam menentukan tingkat trofik di perairan. Parameter yang diamati diantaranya parameter fisika (suhu dan kecerahan), kimia (ph, oksigen terlarut, nitrat, orthofosfat dan total fosfat) dan biologi (klorofil-a dan fitoplankton). Teknik pengambilan data primer sebagai berikut :

➤ Observasi

Observasi adalah upaya mengamati dan mendokumentasikan hal-hal yang terjadi selama tindakan berlangsung (Suryana, 2010). Pada metode observasi maka bisa mendapatkan data yang diinginkan serta lebih lengkap dalam menunjang penelitian berdasarkan pengamatan kondisi perairan serta dilakukan pengumpulan data dengan cara melakukan beberapa pengukuran terhadap parameter fisika, kimia dan biologi di perairan waduk.

➤ Wawancara

Wawancara ialah tanya jawab lisan antara dua orang atau lebih secara langsung. Wawancara berguna untuk : (1) mendapatkan data dari tangan pertama atau ditangan pertama (primer), (2) pelengkap teknik pengumpulan lainnya, (3) menguji hasil pengumpulan data lainnya (Usman dan Akbar, 2006). Wawancara dilakukan dengan mewawancarai masyarakat sekitar yang bersangkutan serta

berhubungan langsung dengan wilayah perairan waduk Sengguruh, Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Malang Jawa Timur.

2. Data Sekunder

Menurut Candra dan Susanto (2013), pengertian sumber data sekunder, yaitu sumber data sekunder kedua sesudah data primer, sumber data sekunder dapat berperan untuk membantu mengungkapkan data yang diperlukan. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari laporan, jurnal, majalah, situs internet serta kepustakaan yang menunjang hasil pengamatan. Data sekunder yang diambil meliputi denah lokasi, letak geografis, lokasi penelitian dan lain-lain.

3.4.2 Penentuan Stasiun

Stasiun penelitian di Waduk Sengguruh, Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen Malang Jawa Timur, terdiri dari 4 stasiun yaitu stasiun 1 inlet waduk dari aliran Sungai Brantas, merupakan daerah datangnya air dari sungai brantas ke waduk sengguruh, stasiun 2 inlet waduk dari aliran sungai Lesti, merupakan daerah datangnya aliran air dari sungai Lesti, stasiun 3 berada di tengah waduk yang merupakan tempat berkumpulnya sampah, limbah serta bahan pencemar dari sungai brantas dan sungai lesti dan stasiun 4 berada di outlet waduk, merupakan daerah yang berdekatan dengan pemukiman, PLTA, dan segala jenis kegiatan budidaya. Metode *purposive sampling* digunakan dalam penentuan stasiun pengamatan. Metode *purposive sampling* adalah teknik penentuan stasiun pengamatan dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2001). Menurut Margono (2004), pemilihan subjek dalam metode *purposive sampling* didasarkan pada ciri tertentu yang dapat mengembangkan ciri dari suatu populasi. Letak stasiun pengamatan terdapat pada **Gambar 1**



Gambar1. Stasiun Lokasi Pengamatan

Keterangan :

- Stasiun 1 merupakan daerah aliran masuk dari Sungai Brantas
- Stasiun 2 merupakan daerah aliran masukan dari Sungai Lesti
- Stasiun 3 merupakan daerah tengah waduk
- Stasiun 4 merupakan daerah pengeluaran air waduk

3.4.3 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan 3 kali pengambilan dengan selang waktu selama 7 hari, jadi pengambilan sampel dilakukan seminggu sekali selama 3 minggu. Hal ini disesuaikan dengan daur hidup fitoplankton yaitu antara 7-14 hari dimana kelimpahan klorofil-a berhubungan dengan kelimpahan fitoplankton diperairan. Klorofil-a merupakan pigmen yang selalu ditemukan dalam fitoplankton. Menurut Iswadi (2011), fitoplankton juga mempunyai daur hidup yang pendek dibandingkan dengan tumbuhan tingkat tinggi sehingga mampu berkembang biak dalam waktu singkat yaitu sekitar 3-7 hari. Menurut Sumanto (2001), pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali ulangan untuk mengurangi resiko data yang bias. Pengambilan sampel kualitas air untuk parameter fisika, kimia dan biologi dilakukan dengan menggunakan ember atau botol air mineral yang diambil langsung kedalam perairan dan disimpan didalam lemari pendingin,

kemudian selanjutnya dilakukan pengukuran sampel kualitas air untuk dilakukan pengamatan di Laboratorium .

3.5 Analisis Data TSI (Trophic State Index)

Perhitungan rata-rata Trophic State Index (TSI) menurut Carlson (1997) adalah sebagai berikut :

$$TSI (SD) = 60 - 14,41 \ln (SD)$$

$$TSI (CHL) = 30,6 + 9,81 \ln (CHL)$$

$$TSI (TP) = 4,15 + 14,42 \ln (TP)$$

$$Rata - rata TSI = \frac{TSI (SD) + TSI (CHL) + TSI (TP)}{3}$$

Keterangan :

SD = Secchi disk (m)

CHL = Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)

TP = Total Fosfat ($\mu\text{g/l}$)

3.6 Fitoplankton

3.6.1 Pengambilan Sampel Plankton

Menurut Herawati dan Kusriani (2005), prosedur pengambilan sampel fitoplankton adalah sebagai berikut :

- Memasang botol film pada plankton net 25 no 24 (mesh size 64)
- Mengambil air sebanyak 25 liler dan mencatat jumlah air yang disaring sebagai (W)
- Menyaring air dengan plankton net sehingga konsentrat plankton akan tertampung dalam botol film sebagai (V)
- Memberi lugol sebanyak 3 – 4 tetes (0,136 – 0,181 ml) untuk mengawetkan serta mempertahankan warna dan bentuk sel plankton sebelum pengamatan, kemudian diberi label pada botol film yang berisi plankton.

3.6.2 Identifikasi Plankton

Menurut herawati dan Kusriani (2005), prosedur identifikasi fitoplankton adalah sebagai berikut :

- Mengambil *object glass* dan *cover glass*
- Membilas *object glass* dan *cover glass* dengan aquades
- Mengeringkan *object glass* dan *cover glass* dengan tisu secara searah
- Mengocok botol film yang berisi sampel fitoplankton hingga homogen
- Mengambil sampel dengan pipet tetes sebanyak 1 tetes (0,0454 ml)
- Meneteskan pada *object glass* dan menutup dengan *cover glass* dengan kemiringan 45°
- Mengamati dibawah mikroskop dimulai dengan pembesaran terkecil hingga bentuk organisme terlihat
- Menulis ciri-ciri fitoplankton serta jumlah fitoplankton (n) pada masing-masing bidang pandang
- Mengidentifikasi dengan bantuan buku Prescott (1970)

3.6.3 Perhitunga Jumlah Fitoplankton

Menurut Arfiati (1991), prosedur perhitungan jumlah fitoplankton adalah sebagai berikut :

- Membilas *object glass* dan *cover glass* dengan aquades
- Mengeringkan *object glass* dan *cover glass* dengan tisu secara searah
- Mengambil sampel dengan pipet tetes sebanyak 1 tetes
- Menutup dengan *cover glass* dan mengamati dibawah mikroskop dengan pembesaran 100 sampai 400x
- Mengamati jumlah plankton pada tiap bidang pandang. Jika (p) adalah jumlah bidang pandang, maka (n) adalah jumlah plankton pada tiap bidang pandang.

- Menghitung dengan menggunakan rumus :

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

Keterangan :

- N = Jumlah total plankton (ind/mL)
 T = Luas cover glass (20 x 20 mm)
 V = Volume sampel plankton dalam botol film (mL)
 L = Luas bidang pandang
 p = jumlah bidang pandang
 v = Volume sampel plankton dibawah cover glass (mL)
 W = Volume air yang disaring (L)
 n = Jumlah plankton dalam bidang pandang

3.6.4 Kelimpahan Relatif (KR)

Kelimpahan relatif dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan menurut Dahuri (2003), sebagai berikut :

$$KR = \frac{a}{a + b + c} \times 100 \%$$

Keterangan :

- a : Jumlah individu jenis tertentu yang ditemukan
 a,b,c : jumlah keseluruhan jenis-jenis yang ditemukan

3.6.5 Indeks Keanekaragaman

Persamaan yang digunakan dalam menghitung indeks keragaman adalah persamaan Shanon-Wiener seperti dibawah ini (Mangguran, 1988) :

$$H' = \sum_{t=1}^s P_i \cdot \ln P_i$$

Keterangan :

- H' = Indeks keragaman Shanon-Wiener

- S = Jumlah Spesies
 Pi = ni/N
 Ni = jumlah individu spesies
 N = jumlah total plankton

Kisaran indeks keragaman diklasifikasikan sebagai berikut :

- $0 < H' < 1,5$ = Keanekaragaman rendah
 $1.5 < H' < 3,5$ = Keanekaragaman sedang
 $H' > 3,5$ = Keanekaragaman tinggi

3.6.6 Indeks Dominasi

Persamaan yang digunakan dalam mengetahui indeks dominasi adalah sebagai berikut (Setiawan, 2013) :

$$D = - \sum Pi^2 = \sum \left(\frac{ni}{N}\right)^2$$

Keterangan :

- D = Indeks dominasi
 pi = ni/N
 ni = Jumlah Individu Spesies
 N = Jumlah total plankton tiap titik pengambilan sampel

3.7 Klorofila

Pada pengukuran klorofil-a dilakukan dengan menggunakan AAQ1183 dengan prosedur sebagai berikut :

- Menghubungkan kabel sensor AAQ1183 ke *smart handy*
- Mengkalibrasi sensor AAQ1183 menggunakan aquades
- Memasukkan sensor AAQ1183 kedalam perairan
- Menunggu sekitar 2 – 3 menit sampai angka yang muncul stabil
- Menyimpan data pada *smart handy*

3.8 Prosedur Pengamatan Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air merupakan faktor pendukung baik buruknya kondisi suatu perairan, pada penelitian ini dilakukan pengukuran parameter kualitas diantaranya yaitu suhu, kecerahan, oksigen terlarut (DO), nitrat, orthofosfat dan total fosfat. Berikut merupakan hasil pengukuran parameter kualitas air. Alat dan bahan berdasarkan parameter kualitas air yang diukur dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.8.1 Suhu

Alat yang digunakan dalam pengukuran suhu menggunakan AAQ1183 dengan prosedur pengukuran suhu sebagai berikut :

- Menghubungkan kabel sensor AAQ1183 ke *smart handy*
- Mengkalibrasi sensor AAQ1183 kedalam perairan
- Menunggu sekitar 2 – 3 menit sampai angka yang muncul stabil
- Menyimpan data pada *smart handy*.

3.8.2 Kecerahan

Alat yang digunakan adalah *secchi disk*. Menurut Subarjianti (1990), pengukuran kecerahan sebagai berikut :

- Memasukkan *secchi disk* kedalam air hingga batas kelihatan dan dicatat kedalamannya.
- Menurunkan sampai tidak kelihatan, kemudian pelan-pelan ditarik lagi sang tertera mpai nampak dan dicatat kedalamannya dan dimasukkan rumus :

$$kecerahan = \frac{\text{kedalaman 1} + \text{kedalaman 2}}{2}$$

3.8.3 Derajat Keasaman

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan AAQ1183 dengan prosedur sebagai berikut :

- Menghubungkan kabel sensor AAQ1183 ke *smart handy*
- Mengkalibrasi sensor AAQ1183 menggunakan aquades
- Memasukkan sensor AAQ1183 kedalam perairan
- Menunggu sekitar 2 – 3 menit sampai angka yang muncul stabil.
- Menyimpan data pada *smart handy*

3.8.4 Oksigen Terlarut

Pengukuran oksigen terlarut dengan menggunakan AAQ1183 dengan prosedur sebagai berikut :

- Menghubungkan kabel sensor AAQ1183 ke *smart handy*
- Mengkalibrasi sensor AAQ1183 menggunakan aquades
- Memasukkan sensor AAQ1183 kedalam perairan
- Menunggu sekitar 2 – 3 menit sampai angka yang muncul stabil
- Menyimpan data pada *smart handy*

3.8.5 Nitrat

Pengukuran nitrat menurut Boyd (1982), alat yang digunakan adalah spektrofotometer. Prosedur pengukuran nilai nitrat sebagai berikut :

- Menyaring 25-250 ml air sampel dan tuangkan ke dalam cawan porselin
- Menguapkan diatas pemanas air sampai kering
- Mendinginkan dan menambahkan 1 ml asam fenol disulfonik, aduk dengan menggunakan pengaduk gelas
- Mengencerkan dengan 10 ml aquades
- Menambahkan NH_4OH (1:1) sampai terbentuk warna
- Mengencerkan dengan aquades sampai 25 ml
- Memasukkan dalam cuvet

- Membandingkan dengan larutan standar pembanding yang telah dibuat, baik secara visual ataupun mengukur dengan spektrofotometer (panjang gelombang 410 nm).

3.8.6 Orthofosfat

Alat yang digunakan adalah spektrofotometer, Menurut Boyd (1982), prosedur pengukuran orthofosfat sebagai berikut :

- Menyaring 20-25 ml air sampel
- Mengambil 25 ml air sampel tersaring
- Menambahkan 1 ml ammonium molybdate ke dalam masing-masing larutan standar yang telah dibuat dan mengaduknya sampai larutan tercampur.
- Menambahkan 5 tetes larutan SnCl₂ dan cocok. Warna biru akan timbul (10-12 menit) sesuai dengan kadar fosfatnya.
- Mengukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 690 nm.

3.8.7 Total Fosfat

Pada status trofik parameter yang digunakan salah satunya Total Fosfat, prosedur pengukuran total fosfat yang digunakan menurut Hariyadi *et al.*, (2010) sebagai berikut :

- Mengambil 25 ml air sampel (tidak disaring)
- Menambahkan 1 tetes indikator PP (phenophthalein), bila berubah menjadi pink,
- Ditambahkan 1 atau beberapa tetes asam sulfat sampai warna hilang
- Menambahkan 4 ml K₂S₂O₈ (potassium persulfat) 5 %
- Menambahkan 0.5 ml H₂SO₄ 30 %
- Menutup erlenmeyer dengan aluminium foil dan di autoklaf pada 780-1040 mmHg dan 250°C selama 30 menit lalu didinginkan

- Menambahkan 1 tetes indikator PP, lalu titrasi dengan NaOH ukuran (A= ml)
- Selanjutnya lakukan prosedur seperti penentuan orthofosfat pada 25 ml sampel tersebut
- Hitung konsentrasi total fosfat dengan rumus berikut :

$$\text{Total Fosfat (mg/L)} = (P) \frac{A}{25 \text{ ml}}$$

Keterangan :

P : Konsentrasi P dari persamaan regresi.

- Spesifikasi Sensor AAQ1183 (Aqua Quality)

AAQ1183 merupakan chlorotec probe yang terdiri dari sensor dan monitor. Rangkaian sensor terdiri atas sensor kedalaman, suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, turbiditas dan klorofil-a (Riyadi *et al.*, 2005). Teknik pengukuran parameter kualitas air menggunakan AAQ1183 yaitu dengan menurunkan secara perlahan dari permukaan ke badan air. Selama proses penurunan probe dihentikan selama 2 – 3 menit pada kedalaman yang diukur. Hal ini bertujuan untuk memberikan kesempatan sensor bekerja maksimal (Edyanto, 2006). Santoso (2006), menyatakan bahwa AAQ1183 merupakan alat yang handal dalam kegiatan survey lapang. Hal ini dikarenakan cara kerja alat yang mampu merekam data dalam jumlah banyak dan bentuknya yang *portable* sehingga sangat efisien untuk digunakan dalam kegiatan survey perairan. Data yang telah direkam selanjutnya disimpan dan dapat diunduh dengan format excel. AAQ1183 (Aqua Quality) dapat mengukur 8 parameter sekaligus baik fisika (kedalaman, suhu, konduktifitas dan turbiditas), kimia (pH, salinitas dan DO) maupun biologi (Klorofil-a). Spesifikasi sensor AAQ1183 agar lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Sensor AAQ1183

Parameter	Tipe Sensor	Rentang Pengukuran	Resolusi	Akurasi	Waktu Konstan (detik)
Kedalaman	Semiconductor pressure transducer	0 – 100 m	0.002 m	0,3 % FS	0,2
Suhu	Thermistor	-5 - 40°C	0,001°C	± 0,02 °C	0,2
Konduktivitas	Inductive cell	0 – 60 mS/cm	0,001 mS/cm	± 0,02 mS/cm	0,2
Salinitas	UNESCO formula	0 – 40	0,001	± 0,03	0,2
Turbiditas	Back-scattering light	0 – 1000 FTU	0,02 FTU	± 0,3 FTU	0,2
Korofil-a	Fluorescent Scattering Light	0 – 200 ppb	0,01 µg/L	± 1 %	0,2
DO	Galvanic Electrode	0 – 20 mg/L	0,01 mg/L	± 0,2 mg/L	3,5
pH	Glass Electrode	0 – 14	0,01 pH	± 0,2	10

Sumber : Nijin (2017).



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Waduk Sengguruh

Waduk Sengguruh terletak di Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Waduk Sengguruh terletak pada $112^{\circ} 42' 58''$ - $112^{\circ} 36' 21''$ Bujur Timur $8^{\circ} 02' 50''$ - $8^{\circ} 12' 10''$ Lintang Selatan, berada sekitar 24 km di Selatan Kota Malang. Waduk Sengguruh berada pada bagian hilir pertemuan sungai Brantas dan sungai Lesti yang bertujuan untuk menahan laju sedimen serta PLTA (Djajasinga *et al.*, 2012). Waduk Sengguruh secara administratif terletak di Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang. Berjarak sekitar 24 km di selatan kota Malang. Lokasi Waduk Sengguruh berada pada bagian hilir pertemuan Sungai Brantas dan Sungai Lesti dan juga berada pada ujung daerah genangan Waduk Karangates (Sutami). Waduk Sengguruh ini tidak sebesar Waduk Karangates yang berada tidak jauh di sebelah baratnya.

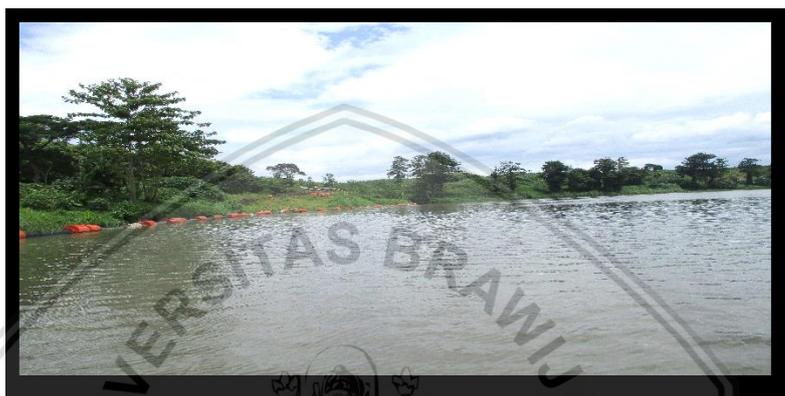
Tujuan dibangunnya waduk ini adalah sebagai penahan sedimen yang masuk ke Waduk Karangates, sehingga dapat memperpanjang umur ekonomis Waduk Karangates. Pembangunan Waduk Sengguruh ini dimulai pada tahun 1982 dan baru selesai pada tahun 1989. Manfaat yang diperoleh dari Waduk Sengguruh yaitu sebagai pembangkit tenaga listrik dengan daya terpasang 2 x 14.5 mW dan produksi listrik tahunan sebesar 91.02×10^6 kWh. Selain itu Waduk Sengguruh merupakan pilihan menarik berwisata murah meriah bersama keluarga maupun rekan kerja (Pustaka Jawatimuran, 2013).

Waduk Sengguruh memiliki daerah pengaliran sepanjang 1.659 km. Luas genangan pada kondisi (MAT) 293,10 ha. Muka air banjir (MAB) 292.50 m. Muka air tinggi (MAT) 291.40 m. Muka air rendah (MAR) 21.50 m. Kapasitas maksimum 2.50×10^6 m³. Kapasitas efektif 55.20×10^6 m³. Debit sungai rata-rata tahunan 2.950 m³/dt. Debit banjir rencana 5.560 m³/dt (Jasa Tirta, 2013)

4.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan

- **Stasiun 1**

Stasiun 1 merupakan daerah inlet air waduk yang mendapatkan masukan air dari Sungai Lesti . Aliran dari inlet ini melewati daerah pemukiman dan lahan pertanian penduduk. Karakteristik perairan di stasiun 1 berwarna hijau kekuningan. Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Stasiun 1

- **Stasiun 2**

Stasiun 2 merupakan daerah inlet air waduk yang mendapatkan masukan air dari Sungai Brantas. Aliran dari inlet ini melewati daerah pemukiman, industri dan lahan pertanian penduduk. Karakteristik perairan di stasiun 2 berwarna kekuningan. Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 2 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Stasiun 2

- **Stasiun 3**

Lokasi stasiun 3 merupakan bagian tengah waduk. Pada stasiun ini merupakan tempat pertemuan antara Sungai Lesti dan Sungai Brantas. Pada stasiun ini banyak terdapat tumpukan sampah karena pada stasiun 3 ini terdapat pintu penyaring air sebelum air dari kedua sungai tersebut dikeluarkan dan disalurkan ke Waduk Sutami. Karakteristik perairan di stasiun 3 berwarna kekuningan. Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 3 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Stasiun 3

- **Stasiun 4**

Lokasi stasiun 4 merupakan bagian outlet waduk. Pada stasiun ini merupakan tempat yang terletak dengan pintu bendungan. Pada stasiun ini terdapat aktivitas manusia seperti memancing ikan. Karakteristik perairan di stasiun 4 berwarna coklat kekuningan. Stasiun 4 ini dapat dilihat pada Gambar 5.

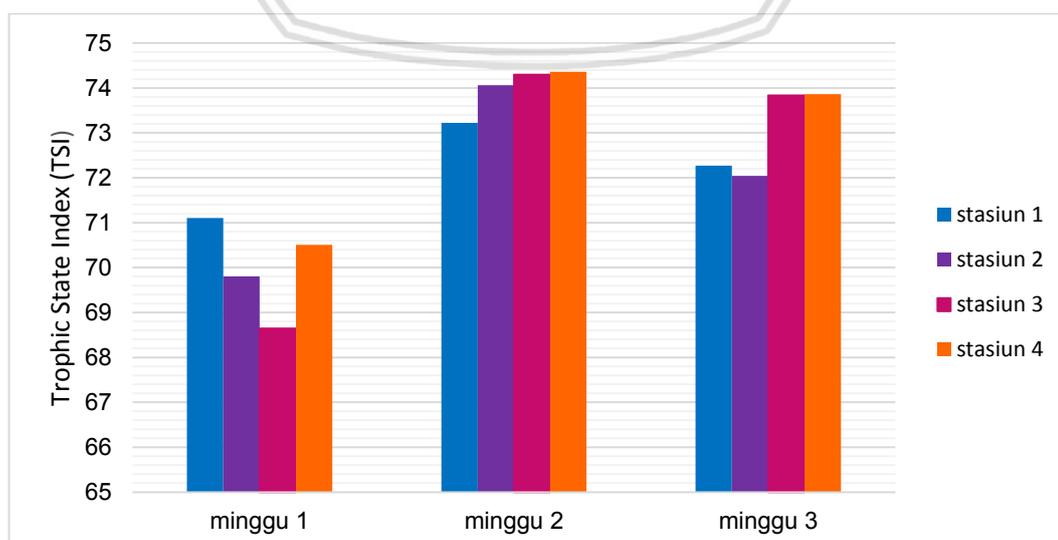


Gambar 5. Stasiun 4

4.3 Analisis Data TSI (*Trophic State Index*)

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2009, kondisi kualitas air danau atau waduk diklarifikasikan berdasarkan eutrofikasi yang disebabkan adanya peningkatan kadar unsur hara dalam air. Faktor pembatas sebagai penentu eutrofikasi adalah unsur Fosfor (P) dan Nitrogen (N). Fosfor membatasi proses eutrofikasi jika kadar nitrogen lebih dari delapan kali kadar fosfor, nitrogen membatasi proses eutrofikasi jika kadarnya kurang dari delapan kali kadar fosfor (UNEP-IETC/ ILEC : 2001). Klorofil-a adalah pigmen tumbuhan hijau yang diperlukan untuk fotosintesis. Parameter klorofil-a mengindikasikan kadar biomassa alga, dengan perkiraan rata-rata beratnya adalah 1 % dari biomassa.

Penentuan tingkat kesuburan dengan menggunakan perhitungan Indeks Kesuburan (*Trophic State Index*) Carlson's (1977) meliputi 3 parameter antara lain total fosfat dianalisis menggunakan Spektrofotometer Ammonium Molybdate, klorofil-a dianalisis menggunakan AAQ (*Aqua Quality*) dan kecerahan menggunakan *secchi disk*. penentuan ketiga parameter tersebut berdasarkan adanya keterkaitan yang erat dari masing-masing parameter. Hasil perhitungan TSI dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil perhitungannya dilihat pada Lampiran 3.



Gambar 6. Hasil perhitungan TSI (*Trophic State Index*)

Berdasarkan hasil diatas maka didapatkan nilai TSI berkisar antara 68.64 sampai 74.35. Nilai TSI pada minggu pertama berkisar 68.64 sampai 71.10. Pada minggu kedua berkisar antara 73.22 sampai 74.35 dan pada minggu ketiga didapatkan hasil TSI berkisar antara 72.04 sampai 73.86 .Hasil perhitungan TSI pada minggu kedua mengalami kenaikan dibandingkan minggu pertama karena satu hari sebelum dilakukan penelitian hujan turun di sekitar area Waduk Sengguruh, air hujan dapat mempengaruhi kondisi kualitas air karena air hujan bersifat asam dan terdapat unsur hara lain yang terkandung dalam air hujan, air hujan juga dapat menyebabkan banjir sehingga muka air di Waduk Sengguruh mengalami kenaikan, hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2003), air hujan yang jatuh ke bumi dan menjadi air permukaan memiliki kadar baha-bahan terlarut atau unsur hara. Air hujan biasanya bersifat asam, dengan nilai pH sekitar 4,2. Hal ini disebabkan air hujan melarutkan gas-gas yang terdapat di atmosfer yang dapat membentuk asam lemah, setelah jatuh ke permukaan bumi air hujan akan mengalami kontak dengan tanah dan melarutkan bahan-bahan yang terkandung di dalam tanah.

Nilai TSI digunakan untuk menentukan tingkat kesuburan perairan di Waduk Sengguruh. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perairan di Waduk Sengguruh dikategorikan sebagai perairan dengan eutrofik . Hal ini sesuai dengan pendapat Carlson (1997), berdasarkan hasil TSI yang diperoleh, tingkat kesuburan perairan dikelompokkan menjadi 7 kategori antara lain : ultra oligotrofik (<30), oligotrofik (30 – 40), mesotrofik (40 – 50), eutrofik ringan (50 – 60), eutrofik sedang (60 - 70), eutrofik berat (70 - 80), dan hipereutrofik (>80).

Pengukuran kualitas air seperti parameter fisika, kimia dan biologi juga dilakukan untuk mengetahui kondisi lingkungan perairan di Waduk Sengguruh. Data pengukuran parameter kualitas air yang dilakukan satu minggu sekali selama 3 minggu didapatkan hasil seperti, suhu yang diperoleh yaitu sebesar 25°C - 26°C

dan merupakan suhu yang optimal di perairan, nilai kecerahan yang didapatkan sebesar 25 cm dan menurut Arfiati *et al.*, (2002) termasuk kedalam perairan eutrofik. Nilai pH yang diperoleh termasuk kedalam tingkat kesuburan tinggi yaitu sebesar 7.7, menurut Odum (1971), menyatakan bahwa perairan yang memiliki nilai pH antara 6-9 merupakan perairan dengan kesuburan yang tinggi dan tergolong produktif. Nilai oksigen terlarut (DO) di Waduk Sengguruh didapatkan hasil rata-rata yaitu 8.3 dan berdasarkan baku mutu air maka kadar DO di Waduk Sengguruh lebih dari batas normal, karena kadar oksigen maksimum di perairan yaitu tidak lebih dari 5 mg/l (Asmawi *dalam* Sulardiono, 2009). Hasil pengukuran nitrat didapatkan hasil 0.85 mg/L, menunjukkan bahwa tingkat kesuburan perairan di Waduk Sengguruh dilihat dari kadar nilai nitrat yaitu termasuk dalam kategori perairan oligotrofik (Effendi, 2003). Kadar orthofosfat di Waduk Sengguruh di dapatkan hasil rata-rata 0.86 mg/L dan menurut Effendi (2003), termasuk kedalam tingkat eutrofik. Kandungan total fosfat di Waduk Sengguruh dapat dikategorikan kedalam perairan yang memiliki tingkat kesuburan tinggi atau eutrof, dimana nilai rata-rata pengukuran yang didapatkan sebesar 0.4 mg/L (> 0.1 mg/L). Penjelasan mengenai hasil pengukuran kualitas air akan diperjelas pada sub bab selanjutnya.

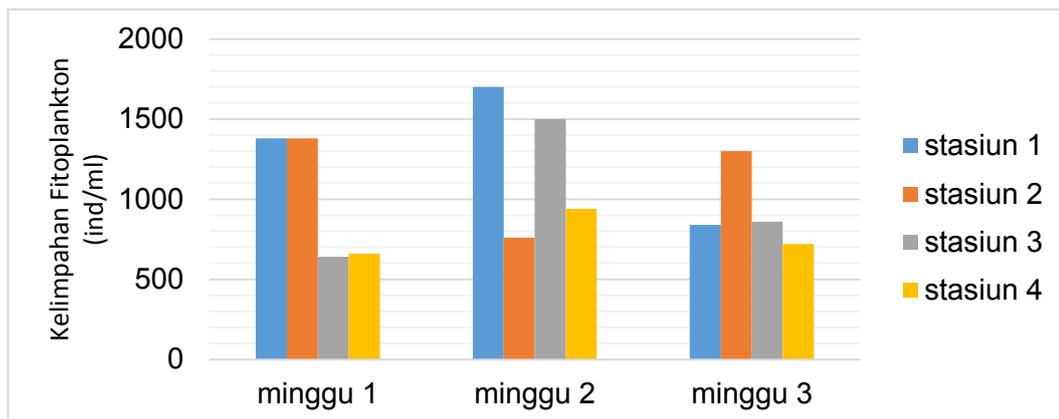
Hasil yang diperoleh dalam penelitian dapat dikategorikan masuk ke dalam eutrofik sedang dan eutrofik berat, karena nilai TSI yang diperoleh yaitu berkisar antara 68.64 sampai dengan 74.35. Hasil pengukuran parameter seperti suhu, kecerahan, pH, DO, orthofosfat dan total fosfat juga menunjukkan bahwa tingkat kesuburan perairan di Waduk Sengguruh termasuk kedalam perairan eutrofik (kesuburan tinggi). Pengukuran fitoplankton yang dilakukan di Waduk Sengguruh ditemukan 5 divisi yaitu chlorophyta 37%, bacillariophyta 13%, chrysophyta 18%, cyanophyta 31%, dan euglenophyta 1%, hal ini menunjukkan bahwa perairan di Waduk Sengguruh tergolong perairan dengan tingkat kesuburan tinggi (eutrof) karena divisi fitoplankton yang ditemukan bervariasi. Sesuai dengan pendapat

Carlson's (1977) bahwa kategori eutrofik yaitu kesuburan perairan tinggi, didominasi oleh alga hijau atau alga hijau biru, terjadi penggumpalan, masalah tanaman air sudah ekstensif. Hal ini terjadi karena keadaan Waduk Sengguruh merupakan area penampungan air dari aliran Sungai Brantas dan Sungai Lesti yang membawa sampah, dan area sekitar merupakan daerah pemukiman dan pertanian yang menyumbang unsur nitrogen dan fosfat dalam pemakaian pupuk sehingga masuk ke dalam perairan waduk. Menurut Brahman *et al.* (2010), pemakaian pupuk di pertanian tidak semua diserap oleh tanaman dan akan terbawa aliran masuk ke dalam perairan menuju ke aliran waduk yang akan terakumulasi di dalam waduk. Perairan waduk yang terlalu subur dapat menurunkan produksi perikanan serta menimbulkan perkembangan gulma air yang sangat cepat.

4.4 Fitoplankton

4.41 Kelimpahan relatif

Fitoplankton dapat berperan sebagai salah satu dari parameter ekologi yang dapat menggambarkan kondisi suatu perairan. Komposisi dan kelimpahan fitoplankton akan berubah pada berbagai tingkatan sebagai respons terhadap perubahan-perubahan kondisi lingkungan baik fisik, kimia, maupun biologi. Fitoplankton yang ditemukan dapat dilihat pada Lampiran 4. Adapun hasil perhitungan kelimpahan dan kelimpahan relatif fitoplankton di Waduk Sengguruh dapat dilihat pada Gambar 7.

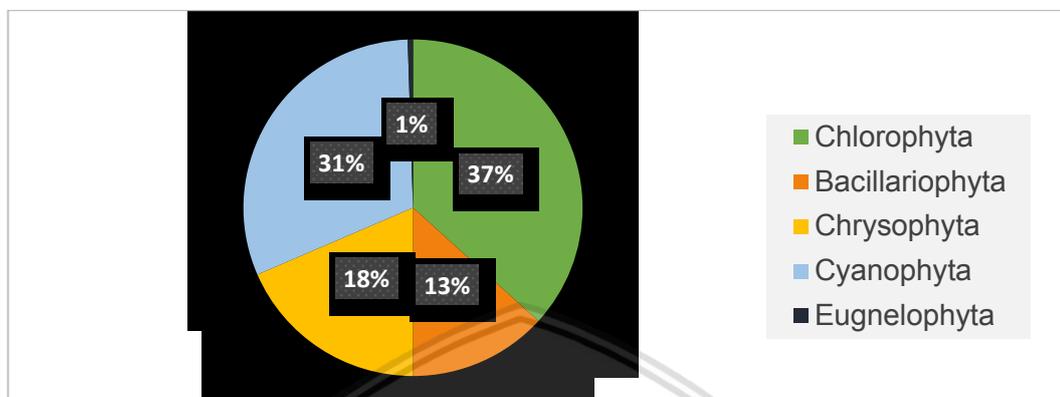


Gambar7. Hasil perhitungan kelimpahan Fitoplankton ind/ml

Berdasarkan pengamatan fitoplankton yang dilakukan setiap satu minggu sekali selama 3 minggu dengan 4 titik stasiun yaitu stasiun 1 inlet dari aliran Sungai Lesti, stasiun 2 inlet dari Sungai Brantas, stasiun 3 bagian tengah Waduk Sengguruh dan stasiun 4 bagian outlet Waduk Sengguruh ditemukan divisi fitoplankton Chlorophyta, Cyanophyta, Cysophyta, Bacillariophyta dan Euglenophyta. Pada minggu pertama didapatkan total fitoplankton sebanyak 4060 ind/ml, pada minggu kedua sebanyak 4900 ind/ml, dan pada minggu ketiga fitoplankton yang ditemukan sebanyak 3720 ind/ml. Kelimpahan fitoplankton di Waduk Sengguruh tergolong perairan mesotrofik dengan kisaran sebesar 3720 ind/ml sampai 4900 ind/ml. hal ini sesuai dengan pernyataan Basmi (2000), menggolongkan kesuburan perairan berdasarkan kelimpahan plankton yaitu perairan oligotrofik : < 2000 ind/ml, perairan mesotrofik : 2000 – 15.000 ind/ml dan perairan eutrofik : > 15.000 ind/ml.

Kelimpahan fitoplankton tertinggi terjadi pada minggu kedua dan terendah pada minggu ketiga. Hal ini terjadi karena adanya perubahan faktor lingkungan. Pertumbuhan fitoplankton dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, sifat fisika kimia perairan, sehingga keberadaanya juga mempengaruhi kondisi kualitas air suatu perairan. Fitoplankton terdapat pada massa air dipermukaan untuk menyerap sinar matahari sebanyak-banyaknya

untuk fotosintesis. Adapun perhitungan kelimpahan relatif yang ditemukan di Waduk Sengguruh dapat dilihat pada Lampiran 5, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.



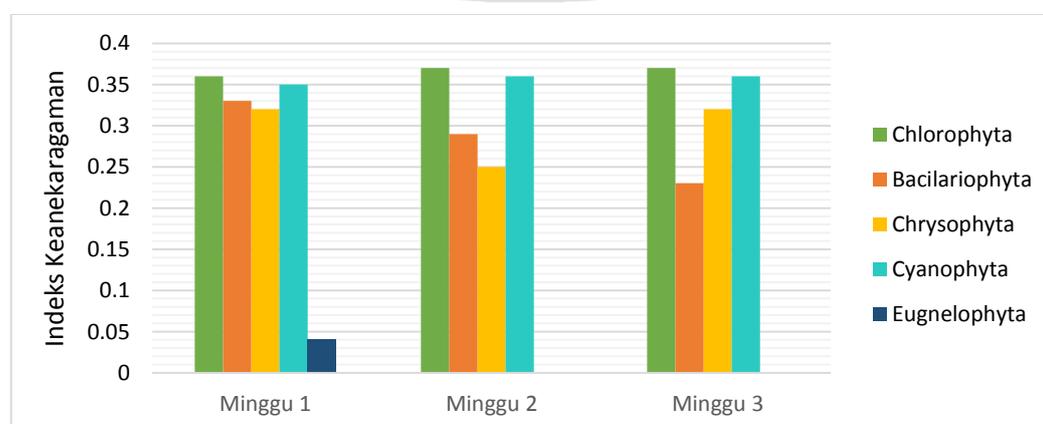
Gambar 8. Kelimpahan Relatif Fitoplankton di Waduk Sengguruh

Pengukuran fitoplankton yang dilakukan di Waduk Sengguruh ditemukan 5 divisi yaitu chlorophyta 37%, bacillariophyta 13%, chrysophyta 18%, cyanophyta 31%, dan euglenophyta 1%, hal ini menunjukkan bahwa perairan di Waduk Sengguruh tergolong perairan dengan tingkat kesuburan tinggi (eutrof) karena divisi fitoplankton yang ditemukan bervariasi. Fitoplankton dominan yang ditemukan yaitu dari jenis Chlorophyta dan Cyanophyta sehingga dapat dikategorikan bahwa perairan di Waduk Sengguruh dilihat dari fitoplankton yang ditemukan termasuk kedalam golongan perairan eutrof hal ini sesuai dengan pendapat Carlson's (1977) bahwa kategori eutrofik yaitu kesuburan perairan tinggi, didominasi oleh alga hijau atau alga hijau biru, terjadi penggumpalan, masalah tanaman air sudah ekstensif. Terdapat beberapa kesamaan spesies fitoplankton yang ditemukan di masing-masing minggunya. Divisi fitoplankton yang ditemukan pada minggu pertama dan minggu ketiga sama yaitu ditemukannya divisi Chlorophyta, Bacillariophyta, Chrysophyta dan Cyanophyta, sedangkan pada minggu kedua ditemukan juga divisi Euglenophyta. Perairan Waduk Sengguruh dalam kondisi baik sehingga divisi Euglenophyta yang ditemukan sedikit jumlahnya. Divisi Chlorophyta memiliki kelimpahan relatif paling tinggi setiap

minggunya. Penelitian dilakukan pada saat musim hujan sehingga jenis fitoplankton air tawar kelas Chlorophyta banyak yang ikut terbawa oleh arus dari sungai dan masuk ke dalam perairan waduk, sehingga menyebabkan Chlorophyta banyak ditemukan, selain itu pada tiap minggunya nilai dari kandungan nutrisi perairan Waduk Sengguruh juga mempengaruhi kelangsungan makhluk hidup di dalamnya seperti yang dijelaskan oleh Ayuningsih (2014), kelimpahan fitoplankton sangat berpengaruh terhadap keberadaan nutrisi dalam suatu perairan. Kandungan nutrisi perairan berkaitan erat dengan kelimpahan fitoplankton dimana semakin tinggi kandungan nutrisi di suatu perairan maka semakin tinggi juga kelimpahan fitoplankton dan konsentrasi klorofil-a. Hasil perhitungan fitoplankton dilihat pada Lampiran 6.

4.42 Indeks keanekaragaman

Indeks keanekaragaman (*diversitas index*) merupakan suatu perhitungan secara matematik yang menggambarkan analisis informasi mengenai jumlah individu dalam setiap spesies, sejumlah spesies dan total individu dalam suatu komunitas. Indeks keanekaragaman menunjukkan pola distribusi dari suatu komunitas. Adapun hasil perhitungan indeks keanekaragaman fitoplankton dapat dilihat pada Gambar 9. Perhitungan indeks keanekaragaman dapat dilihat pada Lampiran 7.



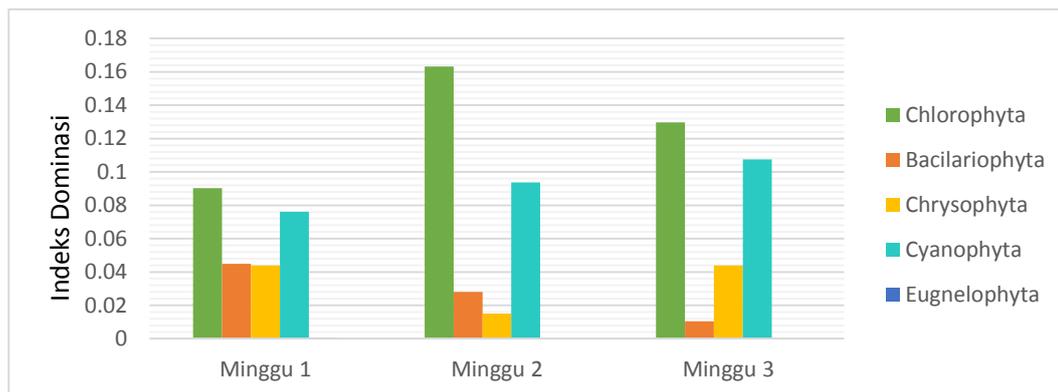
Gambar 9. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman Fitoplankton.

Hasil analisis indeks keanekaragaman (H') fitoplankton pada minggu pertama memiliki jumlah rata-rata 1.41, pada minggu kedua dengan jumlah rata-rata 1.27 dan minggu ketiga sebesar 1.28. Dari data tersebut memperlihatkan bahwa seluruh genus fitoplankton yang ditemukan tiap minggunya termasuk dalam keanekaragaman jenis sedang atau stabil. Menurut Stim (1981) apabila $H' < 1$, maka komunitas biota dinyatakan tidak stabil, maka apabila H' berkisar 1-3 maka stabilitas komunitas tersebut adalah moderat (sedang) dan apabila $H' > 3$, berarti stabilitas komunitas biota berada dalam kondisi prima (stabil). Semakin besar nilai H' menunjukkan semakin beragamnya kehidupan di perairan tersebut, kondisi ini merupakan tempat hidup yang lebih baik.

Menurut Hardjoswarno (1990), kriteria H' mengategorikan tingkat keanekaragaman jenis sebagai berikut: $H' > 3.0$ menunjukkan keanekaragaman jenis sangat tinggi, $H' 1.6 - 2.99$ menunjukkan keanekaragaman jenis tinggi, $H' 1.0 - 1.59$ menunjukkan keanekaragaman sedang, $H' < 1.0$ menunjukkan keanekaragaman jenis rendah. Berdasarkan kategori tersebut, perairan Waduk Sengguruh termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang. Hal ini ditunjukkan dengan ditemukannya 5 divisi fitoplankton yaitu Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta, Chrysophyta, dan Euglenophyta yang jumlahnya bervariasi.

4.43 Indeks dominasi

Indeks dominasi digunakan untuk melihat adanya dominasi oleh jenis tertentu pada populasi fitoplankton. Adapun hasil perhitungan indeks dominasi fitoplankton dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Hasil perhitungan indeks dominasi fitoplankton.

Nilai indeks dominasi fitoplankton yang diperoleh pada lokasi penelitian minggu pertama rata-rata sebesar 0.051, pada minggu kedua sebesar 0.06 dan minggu ketiga diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.058. Menurut Basmi (2000), nilai indeks dominasi plankton berkisar antara 0-1, bila indeks dominasi mendekati 0, berarti didalam struktur komunitas biota yang kita amati tidak terdapat jenis yang mendominasi jenis lainnya. Sehingga dapat disimpulkan tidak ada genus yang dominan di perairan Waduk Sengguruh, nilai yang mendekati 0 menunjukkan secara umum struktur komunitas dalam keadaan tidak stabil dan tidak terjadi tekanan ekologis terhadap biota di habitat tersebut. Hasil perhitungan indeks dominasi dapat dilihat pada Lampiran 8.

Dilihat dari komposisinya, jumlah chlorophyta merupakan fitoplankton yang ditemukan paling banyak sebagaimana yang dikemukakan Henderson Sellers dan Markland (1987), yang menyatakan bahwa salah satu ciri terjadinya peningkatan kesuburan perairan yaitu terjadinya perubahan jenis fitoplankton yang dominan dari bacillariophyta menjadi chlorophyta kemudian berubah menjadi cyanophyta, sehingga dapat disimpulkan bahwa perairan Waduk Sengguruh dalam keadaan subur yang dimana fitoplankton yang dominan adalah chlorophyta.

4.5 Klorofila

Klorofil-a merupakan salah satu pigmen yang paling penting bagi tanaman terutama fitoplankton untuk membantu proses fotosintesis. Menurut Tomascik (1997) dalam Paramitha (2014), konsentrasi klorofil-a merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan kesuburan perairan karena merupakan pigmen penting yang digunakan fitoplankton untuk proses fotosintesis. Faktor yang berpengaruh dalam distribusi klorofil-a antara lain intensitas cahaya dan kandungan zat hara, suhu dan arus. Hasil perhitungan klorofil-a dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan klorofil-a (mg/m^3)

Stasiun	Minggu		
	1	2	3
1	3.07	3.65	15.07
2	2.37	4.09	9.12
3	2.45	4.06	11.08
4	2.62	5.22	10.82

Hasil pengukuran klorofil-a di Waduk Sengguruh diperoleh kisaran klorofil-a pada minggu 1 berkisar antara $2.62 \text{ mg}/\text{m}^3$ sampai $3.07 \text{ mg}/\text{m}^3$. Pada minggu kedua diperoleh kisaran klorofil-a sebesar $4.06 \text{ mg}/\text{m}^3$ sampai $5.22 \text{ mg}/\text{m}^3$. Pada minggu ketiga diperoleh kisaran klorofil-a sebesar $9.12 \text{ mg}/\text{m}^3$ sampai $15.07 \text{ mg}/\text{m}^3$. Nilai klorofil-a terendah terjadi pada minggu pertama dengan nilai rata-rata klorofil-a sebesar $2.62 \text{ mg}/\text{m}^3$, dan nilai tertinggi terdapat pada minggu ketiga dengan nilai rata-rata klorofil-a yang diperoleh sebesar $11.52 \text{ mg}/\text{m}^3$. Tinggi rendahnya nilai klorofil-a salah satunya dipengaruhi oleh konsentrasi nilai nitrat. Rendahnya nilai klorofil-a di minggu pertama karena nilai nitrat pada saat itu sebesar $0.85 \text{ mg}/\text{L}$ dan nilai kelimpahan fitoplankton pada minggu pertama tinggi. Sedangkan nilai klorofil-a pada minggu ketiga tinggi dikarenakan nilai nitrat pada minggu ketiga sebesar $0.85 \text{ mg}/\text{L}$ dan nilai kelimpahan fitoplankton pada minggu ketiga tinggi. Hal ini sesuai pendapat Sediadi dan Adward (1993), nitrat merupakan

salah satu unsur hara yang penting dalam proses fotosintesis fitoplankton, kelimpahan fitoplankton mempengaruhi konsentrasi klorofil di perairan. Semakin tinggi kelimpahan fitoplankton semakin tinggi pula konsentrasi klorofil-a. Menurut Levinto (1982) dalam Zulfia dan Aisyah (2013), Konsentrasi klorofil-a pada suatu perairan bergantung pada konsentrasi fosfor dan nitrogen.

Menurut Carlson (1997), status kesuburan perairan berdasarkan nilai klorofil-a dapat digolongkan menjadi 4 kategori antara lain, 0 – 2,6 mg/m³ (oligotrof), 2,6 – 7,3 mg/m³ (mesotrof), 7,3 – 56 mg/m³ (eutrof) dan >56 mg/m³ (hypereutrof). Sehingga Waduk Sengguruh dapat dikategorikan perairan dengan tingkat kesuburan eutrof, dimana nilai klorofil-a di waduk sengguruh sebesar 2.37 mg/m³ sampai 15.07 mg/m³. Menurut Kepmen LH tentang baku mutu air (2004), klorofil-a dibagi menjadi tiga kategori, yaitu kategori baik jika klorofil-a dengan nilai < 15 mg/m³, kategori sedang jika klorofil-a dengan nilai 15 – 30 mg/m³ dan kategori buruk jika klorofil-a dengan nilai > 30 mg/m³. Sehingga klorofil-a yang terdapat di Waduk Sengguruh tergolong dalam kategori baik dengan nilai berkisar antara 2.62 mg/m³ sampai 15.07 mg/m³.

4.6 Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas air merupakan faktor pendukung baik buruknya kondisi suatu perairan, pada penelitian ini dilakukan pengukuran parameter kualitas diantaranya yaitu suhu, kecerahan, oksigen terlarut (DO), nitrat, orthofosfat dan total fosfat. Berikut merupakan hasil pengukuran parameter kualitas air.

4.6.1 Suhu

Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Suhu perairan di lokasi ini selalu naik turun sepanjang hari sesuai dengan suhu

udara atau terik matahari dan kondisi cuaca pada saat itu. Adapun hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Tabel Hasil Pengukuran Suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Stasiun	Minggu		
	1	2	3
1	26.18	25.55	25.04
2	25	25.43	25.1
3	26.32	25.82	25.96
4	26.29	25.92	25.54

Berdasarkan tabel data di atas, hasil pengukuran suhu pada minggu pertama didapatkan hasil kisaran sebesar 25°C - 26.3°C . Pada pengukuran minggu kedua didapatkan hasil kisaran sebesar 25°C - 26°C , dan pengukuran pada minggu ketiga didapatkan hasil kisaran sebesar 25°C - 26°C . kisaran nilai suhu yang diperoleh pada 4 stasiun selama tiga minggu yaitu 25°C – 26°C dengan nilai rata-rata yang diperoleh sebesar 26.67°C , hal ini dapat dinyatakan bahwa suhu perairan di Waduk Sengguruh dapat dikatakan stabil, sesuai pernyataan Permanasari (2017), nilai suhu stabil area waduk berkisar 29 - 31°C , suhu optimum untuk kehidupan plankton 25 - 30°C , kisaran pada suhu 10 - 35°C dapat meningkatkan laju fotosintesis, dan untuk kegiatan perikanan budidaya berkisar antara 25 - 32°C .

Nilai suhu tersebut bisa dikatakan cukup baik karena menurut Pujiastuti *et al.* (2013), ikan dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 25°C - 32°C , tetapi dengan adanya perubahan suhu yang mendadak dapat membuat ikan stress mati. Secara umum, kenaikan suhu perairan akan mengakibatkan kenaikan aktivitas biologi, dan pada akhirnya memerlukan lebih banyak oksigen di dalam perairan tersebut. Selain itu, suhu perairan juga mempengaruhi proses fisiologi biota air seperti proses osmoregulasi dan pernapasan organisme perairan, sehingga meningkatnya suhu yang ekstrim dapat menyebabkan kematian biota perairan.

4.6.2Kecerahan

Kecerahan adalah batas cahaya yang dapat menembus perairan. Kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, kekeruhan, padatan tersuspensi serta ketelitian pengukuran. Hasil dari pengukuran kecerahan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tabel Hasil Pengukuran Kecerahan (cm)

Stasiun	Minggu		
	1	2	3
1	19	22.5	6.5
2	31	31	9.75
3	28	19.7	11.5
4	24	23.5	9.25

Berdasarkan tabel diatas, nilai kecerahan yang diperoleh saat penelitian pada minggu pertama diperoleh kisaran 19-31 cm, pada minggu kedua diperoleh kisaran sebesar 19.7 - 31 cm, dan pada minggu ketiga diperoleh kisaran hasil sebesar 6.5 – 11.5 cm. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan yang ditentukan secara visual dengan menggunakan secchi disk. Kekeruhan pada perairan yang tergenang (lentik), seperti waduk lebih banyak disebabkan oleh partikel-partikel halus dan bahan tersuspensi, sedangkan kekeruhan pada sungai yang sedang banjir disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi yang berukuran lebih besar yang berada di lapisan permukaan pada saat hujan.

Menurut Sallers dan Markland *dalam* Arfiati *et al.* (2002), kecerahan air berkisar antara 40 – 85 cm. Perairan eutropik < 3 m, perairan mesotropik 3m – 6 m dan perairan oligotropik mempunyai batas kecerahan > 6 m. Berdasarkan keterangan tersebut dan hasil pengamatan, dapat dikatakan bahwa perairan Waduk Sengguruh masuk kedalam perairan eutropik karena hasil pengukuran dari 4 stasiun dengan pengamatan sebanyak 3 minggu pengukuran didapatkan hasil rata-rata kecerahan yaitu sebesar 25 cm (< 3 m), perairan di Waduk Sengguruh

cenderung keruh dengan tingkat kepadatan tersuspensinya tinggi dibandingkan nilai kecerahannya, yang memiliki nilai kecerahan <1 m.

Tingkat kecerahan rendah yang terjadi di Waduk Sengguruh terjadi karena banyaknya masukan limbah hingga terjadi penumpukan sampah yang dapat menghambat masuknya cahaya matahari kedalam air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Susanti (2010) bahwa kecerahan yang rendah akibat dari sedikitnya cahaya matahari yang masuk kedalam air sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis. Penetrasi cahaya akan berbeda pada setiap ekosistem air yang berbeda. Proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton sangat tergantung pada sinar matahari.

4.6.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH merupakan nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air. Nilai pH suatu perairan dapat mencerminkan keseimbangan antara asam dan basa dalam perairan tersebut (Wijaya dan Richo, 2009). Menurut Boyd (1990), fluktuasi nilai pH dipengaruhi oleh aktivitas biologis misalnya fotosintesis dan respirasi organisme, serta keberadaan ion-ion dalam perairan tersebut. Perubahan pH akan sangat mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas biologis ikan. Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Derajat Keasaman

Stasiun	Minggu		
	1	2	3
1	7	8	7.6
2	7.6	8.1	7.8
3	7.3	7.6	8
4	8	7.6	7.6

Berdasarkan tabel diatas, nilai pH pada minggu pertama berkisar antara 7 – 8 .Pada minggu kedua diperoleh nilai pH berkisar antara 7.6 sampai dengan 8.1, sedangkan pada minggu ketiga diperoleh nilai kisaran pH 7.6 sampai dengan 8 . Nilai pH yang diperoleh di Waduk Sengguruh dalam kisaran tinggi yaitu 7 - 8 dan

dapat dinyatakan bahwa perairan di Waduk Sengguruh memiliki kesuburan tinggi. Menurut Odum (1971), menyatakan bahwa perairan yang memiliki nilai pH antara 6-9 merupakan perairan dengan kesuburan yang tinggi dan tergolong produktif. Berdasarkan nilai pH yang didapatkan maka perairan di Waduk Sengguruh dapat dikategorikan dalam perairan yang baik. Menurut Asmawi (1986), derajat keasaman air (pH) dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan. Tinggi rendahnya nilai pH secara drastis dapat menyebabkan kematian ikan. Keadaan air yang sangat basa juga menyebabkan pertumbuhan ikan lambat. Perairan yang baik untuk kehidupan ikan yaitu dengan pH 6-8.

4.6.4 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut dalam perairan diperoleh langsung dari udara yaitu dengan difusi langsung dari udara dan melalui pergerakan air yang teratur juga dihasilkan dari fotosintesis tanaman yang berklorofil (Sutika, 1986). Hasil pengukuran oksigen terlarut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Tabel hasil pengamatan Oksigen Terlarut (mg/l)

Stasiun	Minggu		
	1	2	3
1	8.19	8	7.57
2	9.26	8.86	9
3	8.25	8.1	8.22
4	8.51	8.12	8.07

Konsentrasi oksigen terlarut pada Waduk Sengguruh berkisar antara 7.57 mg/L sampai dengan 9.26 mg/L. Pada pengamatan minggu pertama diperoleh kisaran hasil 8.19 mg/L sampai dengan 9.26 mg/L. Pada minggu kedua diperoleh kisaran hasil 8 mg/L sampai dengan 8.86 mg/L, sedangkan pada minggu ketiga diperoleh kisaran hasil sebesar 7.57 mg/L sampai dengan 9 mg/L.

Berdasarkan baku mutu air maka kadar DO di Waduk Sengguruh lebih dari batas normal, karena kadar oksigen maksimum di perairan yaitu tidak lebih dari 5 mg/l (Asmawi *dalam* Sulardiono, 2009). Menurut Effendi (2003), kadar oksigen

terlarut pada perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/l. Oksigen terlarut dalam perairan dipengaruhi oleh proses dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan organik. Menurut salmin (2005), perairan yang dapat dikategorikan sebagai perairan baik dan tingkat pencemarannya rendah apabila kadar oksigen terlarutnya > 5 mg/l.

4.6.5 Nitrat

Menurut Effendi (2003) dalam Amita (2011), menjelaskan bahwa nitrat merupakan bentuk nitrogen utama dalam perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan alga. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan stabil. Nitrat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Sumber nitrat berasal dari limbah domestik, sisa pupuk pertanian, limbah industri atau dari nitrit yang mengalami proses nitrifikasi. Hasil pengukuran nitrat dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengukuran Nitrat (mg/L).

Stasiun	Minggu		
	1	2	3
1	0.86136	0.8566	0.84918
2	0.85884	0.86136	0.85114
3	0.85408	0.8496	0.84974
4	0.86024	0.85492	0.85324

Konsentrasi nitrat di Waduk Sengguruh berkisar antara 0.84 mg/L sampai 0.86 mg/L. Pada minggu pertama sebesar 0.85 mg/L sampai 0.86 mg/L. Pada minggu kedua diperoleh kisaran hasil sebesar 0.84 mg/L sampai dengan 0.86 mg/L. Pada minggu ketiga diperoleh kisaran hasil sebesar 0.84 mg/L sampai dengan 0.85 mg/L. Nilai nitrat tinggi diduga berasal dari aktivitas pertanian, dan limbah domestik masyarakat. Menurut Mahida (1993), bahwa nitrat berasal dari sisa pupuk pertanian, sisa pakan, limbah domestik, atau dari nitrit yang mengalami proses nitrifikasi. Konsentrasi nitrat pada masing-masing stasiun masih dalam batasan baku mutu air yang telah ditentukan, karena kandungan nitrat yang

optimal pada perairan yaitu sebesar 0.9 mg/L – 3.5 mg/L (Utami *et al.*, 2015). Nitrat bersifat stabil di dalam air. Nitrat tidak bersifat toksik bagi organisme akuatik. Menurut Ebeling dan Michael (2007), nilai nitrat yang baik untuk lingkungan budidaya sekitar 0 – 400 mg/L.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat kesuburan perairan di Waduk Sengguruh dilihat dari kadar nilai nitrat yaitu termasuk dalam kategori perairan oligotrofik. Hal ini sesuai dengan pendapat Effendi (2003), nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0 – 1 mg/L, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1 - 5 mg/L, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5 – 50 mg/L.

4.6.6 Orthofosfat

Orthofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk orthofosfat terlebih dahulu, sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfor. Di perairan, bentuk unsur fosfat berubah secara terus menerus, akibat proses dekomposisi dan sintesis antara bentuk organik dan bentuk anorganik yang dilakukan oleh mikroba. Adapun hasil pengukuran orthofosfat dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Pengukuran Orthofosfat (mg/L)

Stasiun	Minggu		
	1	2	3
1	0.86122	0.85604	0.86808
2	0.87368	0.85506	0.86024
3	0.85464	0.85338	0.86542
4	0.86122	0.85338	0.86346

Konsentrasi orthofosfat di Waduk Sengguruh berkisar antara 0.85 mg/L sampai 0.87 mg/L. Pada minggu pertama diperoleh hasil 0.85 mg/L sampai dengan 0.87 mg/L. Pada minggu kedua diperoleh hasil dengan nilai rata-rata

sebesar 0.85 mg/L. Pada minggu ketiga diperoleh hasil 0.85 mg/L sampai dengan 0.86 mg/L. Berdasarkan kadar orthofosfat, perairan diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu perairan oligotrofik yang memiliki kadar orthofosfat 0.003 mg/L – 0.01 mg/L. Perairan mesotrofik yang memiliki kadar orthofosfat 0.011 mg/L – 0.03 mg/L, dan perairan eutrofik yang memiliki kadar orthofosfat 0.03 mg/L – 0.1 mg/L (Effendi,2003). Sehingga dari data yang diperoleh, Waduk Sengguruh tergolong dalam perairan eutrofik. Menurut Henderson dan Markland (1987), menyatakan bahwa kandungan orthofosfat lebih dari > 0.1 mg/L dalam perairan akan merangsang fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang biak dengan pesat namun apabila kadar orthofosfat berlebih dapat menyebabkan blooming atau kematian.

4.6.7 Total Fosfat

Total fosfat menggambarkan jumlah total fosfat, baik berupa partikulat maupun terlarut, anorganik maupun organik. Fosfat merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga, sehingga unsur ini menjadi faktor pembatas bagi tumbuhan dan alga akuatik serta sangat mempengaruhi produktivitas perairan. Hasil pengukuran total fosfat di Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta 1 dapat dilihat pada Lampiran 8, dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Hasil Pengukuran Total Fosfat (mg/L)

Stasiun	Minggu		
	1	2	3
1	0.3362	0.5405	0.1511
2	0.4942	0.8225	0.2905
3	0.3421	0.5533	0.321
4	0.4193	0.5601	0.362

Berdasarkan data diatas maka didapatkan kadar total fosfat berkisar antara 0.1511 mg/L sampai 0.8225 mg/L. Pada minggu pertama diperoleh hasil 0.3362 mg/L sampai 0.4942 mg/L. Pada minggu kedua diperoleh hasil total fosfat antara

0.5405 mg/L sampai 0.8225 mg/L. Pada minggu ketiga diperoleh hasil fosfat antara 0.1511 mg/L sampai 0.3620 mg/L. Tingginya nilai fosfat dikarenakan adanya masukan unsur hara dari aktifitas masyarakat sekitar dan masukkan air dari dua sungai yaitu Sungai Brantas dan Sungai Lesti, dimana kedua sungai tersebut melewati pemukiman warga, lahan pertanian dan industri yang mengandung fosfat dan nitrogen tinggi. Tinggi rendahnya konsentrasi fosfat disebabkan karena proses ekskresi oleh ikan dalam bentuk feses dan bentuk limbah lainnya dalam bentuk ini dapat mengendap di dasar perairan dan terakumulasi di sedimen. Sumber fosfat perairan berasal dari limbah perternakan, limbah manusia, limbah pertanian terutama pupuk anorganik seperti TSP (*Triple Super Phospat*), limbah industri serta dari proses alamiah di lingkungan itu sendiri (Fried *et al.*, 2003).

Menurut Liaw (1969) dalam Effendi (2003), kadar fosfat total di perairan diklarifikasikan menjadi tiga kategori yaitu, perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) yang memiliki kadar fosfat total berkisar antara 0 – 0.02 mg/L. Perairan dengan tingkat kesuburan sedang (mesotrofik) yang memiliki kadar fosfat sebesar 0.021 mg/L - 0.05 mg/L, dan perairan dengan tingkat kesuburan tinggi (eutrof), yang memiliki kadar fosfat sebesar 0.051 mg/L - >0,1 mg/L. Sehingga kandungan total fosfat di Waduk Sengguruh dapat dikategorikan kedalam perairan yang memiliki tingkat kesuburan tinggi atau eutrof, dimana nilai rata-rata pengukuran yang didapatkan sebesar 0.4 mg/L (> 0.1 mg/L) .

5. KESIMPULAN DAN SARAN

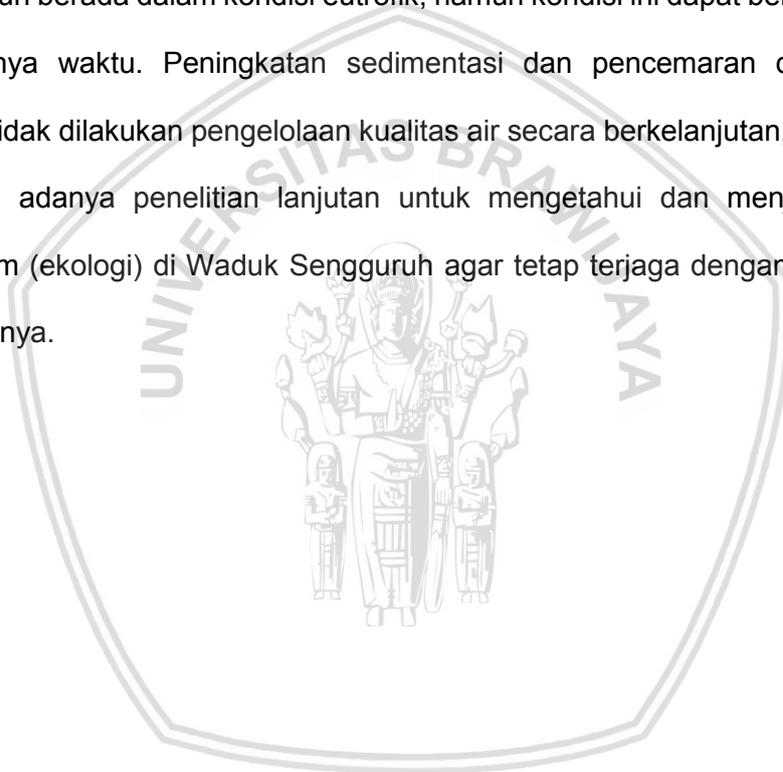
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan di Waduk Sengguruh Kecamatan Kepanjen Malang, Jawa Timur dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Parameter fisika dan kimia yang diukur di Waduk Sengguruh masih dalam kisaran normal dan baik untuk perairan dengan masing-masing nilai rata-rata yang meliputi suhu sebesar 25.67°C; kecerahan sebesar 25 cm; pH sebesar 7.6; DO sebesar 8.34 mg/L; nitrat sebesar 0.85 mg/L; orthofosfat sebesar 0.86 mg/L ; dan total fosfat sebesar 0.43 mg/L; klorofil-a sebesar 6.135 mg/m³;
2. Hasil pengukuran parameter seperti suhu, kecerahan, pH, DO, orthofosfat, total fosfat dan klorofil-a juga menunjukkan bahwa tingkat kesuburan perairan di Waduk Sengguruh termasuk kedalam perairan eutrofik (kesuburan tinggi). Pengukuran fitoplankton yang dilakukan di Waduk Sengguruh ditemukan 5 divisi yaitu *Chlorophyta* 37%, *Bacillariophyta* 13%, *Chrysophyta* 18%, *Cyanophyta* 31%, dan *Euglenophyta* 1%, hal ini menunjukkan bahwa perairan di Waduk Sengguruh tergolong perairan dengan tingkat kesuburan tinggi (eutrof) karena divisi fitoplankton yang ditemukan bervariasi. Sesuai dengan pendapat Carlson's (1977) yaitu ciri-ciri perairan dengan kategori eutrofik yaitu kesuburan perairan tinggi, didominasi oleh alga hijau atau alga hijau biru, terjadi penggumpalan, atau masalah tanaman air.
3. Tingkat kesuburan perairan yang dihitung dengan menggunakan metode TSI (*Total State Index*) Carlson (1977) dengan perhitungan TSI-Klorofil-a (48.39). TSI-SD (79.9) dan TSI-TP (90.44) termasuk kedalam tingkat eutrofik sedang dimana nilai rata-rata yang diperoleh yaitu 72.33

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis dari hasil penelitian menunjukkan perairan di Waduk Sengguruh perlu dilakukan konservasi dengan cara menghibau masyarakat untuk tidak membuang sampah ke sungai yang dapat menyebabkan kualitas kesuburan perairan menjadi tinggi dan tidak mencemari perairan di Waduk Sengguruh. Perlu adanya kebijakan pengendalian dan pengelolaan waduk dalam upaya mencegah dan mengurangi pencemaran. Saat ini kondisi perairan di Waduk Sengguruh berada dalam kondisi eutrofik, namun kondisi ini dapat berubah seiring berjalannya waktu. Peningkatan sedimentasi dan pencemaran dapat terjadi apabila tidak dilakukan pengelolaan kualitas air secara berkelanjutan, oleh karena itu perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui dan menjaga kondisi ekosistem (ekologi) di Waduk Sengguruh agar tetap terjaga dengan baik sesuai kegunaannya.



DAFTAR PUSTAKA

- Abida, T. 2010. Perbandingan Komposisi Jenis Fitoplankton Antara Laut Jawa dan Banda. *Journal Of Marine Resource*. 2(4): 66-73.
- Aedi, N. 2010. Pengolahan dan Analisis Data Hasil Penelitian. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Algaebase, 2018. /search/a=chlorophyta/jpg. Diakses tanggal 21/04/2018: Pukul 12.40 WIB.
- Amita, D. 2011. Analisis Perbandingan Kualitas Air di Daerah Budidaya Rumput Laut dengan Daerah Tidak Ada Budidaya Rumput Laut di Dusun Malelaya Desa Punaga Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar. *Skripsi*. Profram Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makasar.
- Apridayanti, E. 2008. Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk lahor Kabupaten Malang Jawa Timur. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Arfiati, D. 1991. Survey Makro Invertebrata dan Fisika Kimia di Sungai Amprong, Malang, Jawa Timur. LUW. UNIBRAW-FISH. *Fisheries Project*. Universitas Brawijaya: Malang.
- , Musa M., dan Wiranti. 2002. Pendugaan Status Trofik dengan Pendekatan Kelimpahan, komposisi dan produktifitas Primer Fitoplankton di Waduk Gondang Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 6 (1) : 62-67.
- Asmawi, S. 1986. Pemeliharaan. PT. Gramedia Jakarta.
- Ayuningsih, M.S., I.B. Hendrarto dan P.W.Purnomo. 2014. Distribusi Kelimpahan Fitoplankton dan Klorofil-a di Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara, Hubungannya dengan Kandungan Nitrat dan Fosfat di Perairan. *Management Of Aquatic Resource*. 3(2) : 138- 147.
- Bakhtiar, D., dan Z. Ta'alidin. 2013. Kelimpahan dan Kandungan Klorofil-a Fitoplankton di Perairan Pulau Enggano. *Jurnal Mitra Bahari*. 7(1).
- Barus, T.A. 2004. Pengantar Limnologi, Studi tentang Ekosistem Sungai dan Danau. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. USU : Medan.
- Basmi, J. 2000. Fitoplankton sebagai indikator Biologis Lingkungan Perairan. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Boyd, C. E. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Elsevier Scientistic Publishing Company : Amsterdam.
- . 1990. Water Quality Management In Aquaculture and Fisheries Science. Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam.
- Brahman, S.S., Yani, S., dan Firdaus A. 2010. Kualitas Air dan Eutrofikasi Waduk Riam Kanan di Kalimantan Selatan. Prosiding Seminar Nasional Limnology V.



- Candra, L.W dan E.M. Susanto. 2013. Pengelolaan dan Pengembangan Usaha Jasa Pengangkutan Tanah dan Penyewaan Alat Berat pada Ud. Prima Jaya di Surabaya. *Agora*. 1 (5) : 41-48.
- Carlson, R.E.1997. A Trophic State Index for Lakes. *Limnology and Oceanography*. 22(2) : 361-369.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut : Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta : 412 hlm.
- Djajasinga,V., A. Masrevaniah dan P.T. Juwono. 2012. Kajian Ekonomi Penanganan Sedimen pada Waduk Seri di Sungai Brantas (Sengguruh, Sutami dan Wlingi). *Jurnal Teknik Pengairan*. 3(2) : 143-152.
- Dyntaxa,2018./search/a=cyanophyta/jpg. Diakses tanggal 21/04.2018: Pukul 15.25 WIB.
- Ebeling, J. M. dan Michael, B.T. 2007. Recirculating Aquaculture. Crayuga : NRAC Publication.
- Edyanto, Cb. H. 2006. Penelitian Kualitas Air Danau Aenuk Laot di Pulau Weh Proponsi Nangore Aceh Darussalam. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 116-124.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Cetakan Pertama. Kanisius. Yogyakarta.
- Fried, S., B. Mackie, dan E. Nothwehr. 2003. Nitrate and Phosphate Levels Positively affect The Growth of Algae Species Found in Perry Pond . Biology Departement, Grinnell College, IA 50112, USA.
- Gamo, Y.S. 2008. Kualias Air dan Dinamika Fitoplankton di Perairan Pulau Harapan. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*. 3(2) : 87-94.
- Hardjosuwarno, S. 1990. Dasar-dasar Ekologi Tumbuhan. Yogyakarta : Fakultas Biologi UM.
- Hariyadi, S., E.M. Adiwilaga dan T. Pratono. 2010. Produktivitas Primer Estuari Air Sungai Cisadane pada Musim Kemarau. *Jurnal LIMNOTEK*. 17 (1) : 49-57.
- Henderson, B.S. dan H.R. Markland. 1987. Decaying Lakes : The Origins and Control of Cultural Eutrophication. John Wiley & Sons Ltd. Great Britain.
- Herawati, E.Y. dan Kusriani. 2005. *Planktonologi* . Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya : Malang.
- Husnah. 2012. Aplikasi Trix Index dalam Penentuan Status Trofik di Danau Laut Tawar, Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh. *Prosiding Nasional Limnologi VI*.
- Hutagalung, H.P., dan Rozak. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. LIPI : Jakarta : 182 hal.
- Irawan, A. Q., Hasani dan Yuliyanto, H. 2014. Fenomena Hamful Alga Blooms (Habs) di Pantai Ringgung Teluk Lampung, Pengaruhnya dengan



- Tingkat Kematian Ikan yang Dibudidayakan pada Keramba Jaring Apung. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 15(1) : 48-53.
- Irawati, N. 2014. Pendugaan Kesuburan Perairan Berdasarkan Sebaran Nutrien dan Klorofil-a di Teluk Kendari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*. 14(1) : 96-100.
- Iswadi. 2011. Keragaman Plankton di Laguna Pembuangan Limbah Cair PT Pupuk Iskandar Muda PT Asean Aceh Fertilizer. *Jurnal Pendidikan dan Biologi Fkip Uisyah Banda Aceh*. 1(2) : 31-42.
- Jamalwinanto, O. 2006. Kandungan P dan H₂S pada Keramba Jaring Apung di Waduk Cirata, Jawa Barat. Skripsi FPIK IPB : Bogor.
- Jasa Tirta. 2013. http://jasatirta1.co.id/id_ID/category/artikel/sengguruh. Diakses pada tanggal 5 Maret 2018 pada pukul 11.29 WIB.
- Jenie, B.S.L dan Rahayu, W.P. 1993. Penanganan Limbah Pangan. kanisius : Yogyakarta.
- Juantari, G.Y., R.W. Sayekti dan Harisuseno, D. 2013. Status Trofik dan Daya Tampung Beban Pencemaran Waduk Sutami. *Jurnal Teknik Pengairan*. 4(1) : 61-66.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2009. Tentang Baku Mutu Air (2004) Untuk Biota Hidup.
- Kordi, M. G, dan Tancung, A.B. 2007. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta: Jakarta.
- _____. 2010. Panduan Lengkap Memelihara Ikan Air Tawar di Kolam Terpal. *Liliy Publisher*. Yogyakarta.
- Lestari, F. 2014. Sebaran Nitrogen Anorganik Terlarut di Perairan Pesisir Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau. *Dinamika Mariti*. 4(2) : 88-96.
- Ma'awa, J.,A. Ussy dan Pitojoyo, T. J. 2012. Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sengguruh dengan Pendekatan Erosi dan Sedimentasi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Mahida, U.N. 1993. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Maizar, A. 2006. Diklat Planktonologi (Perairan Unsur Hara Bagi Fitoplankton). Departemen Pendidikan Nasional Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang.
- Mangurran, A. E. 1988. *Ecology Diversity angod its Measurement*. New Jersey : Priceton University Press.
- Margono, A.S. 2004. Prosedur Penelitian : Suatu Pengantar Praktik. Jakarta : Rineka Cipta.
- Nijin. 2017. AAQ 1183 Series. <http://www.nijin.com.tw/en/aaq1183.htm>. Diakses pada tanggal 22 Desember 2017 pukul 16.07 WIB.
- Nugraheni, N. 2001. Pengkajian Kualitas Perairan Wilayah Keramba Jaring Apung, Waduk Jatiluhur. Skripsi. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK IPB : Bogor.

- Nurdin, S. 2000. Kumpulan Literatur Fotosintesis pada Fitoplankton. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.
- Nuriya, H., Z. Hidayah dan A.F. Syah. 2010. Analisis Parameter Fisika Kimia di Perairan Sumene bagian Timur dengan Menggunakan Citra Landsat TM 5. *Jurnal Kelautan*. 3(2).
- Odum, E.P.1993. Dasar-dasar Ekologi. Edisi ke-3. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- . 1971. Fundamentals of Ecology. Third Edition. W.B. Saunders Company. Philedephia, London, Toronto. Toppan Company, Ltd. Tokyo. Japan.
- Paramitha, A. 2014. Studi Klorofil-a di Kawasan Perairan Belawan Sumatera Utara. *Skripsi*. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Permanasari, S.W.A., Kusri., dan Putut. W. 2017. Tingkat Kesuburan Perairan di Waduk Wonorejo Dalam Kaitannya dengan Potensi Ikan. *Journal of Fisheries and Marine Science*. 1 (2) : 88-94.
- Pirzan, A. M dan Rani, P. 2008. Hubungan Keragaman Fitoplankton dengan Kualitas Air di Pulau Bauluang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Biodiversitas*. 9(3) : 217-221.
- Prasad, A. G. D., dan Siddaraju. 2012. Carlson Trophic State Index For The Assessment Of Trophic Status Of Two Lakes In Mandya District. *Pelagia Research Library*. 3(5) : 2992-2996.
- Prescott, G.W. 1951. Algae of the Western great lake Area. Cranbook Inst of Sci. Michigan. 946 p.
- . 1973. How to Know the Freshwater Algae, W.M.C. Brown Company Publisher, Dubuque, Iowa. USA.
- Pretiwiguno, S.M. 2002. Studi Kesuburan Teluk Lampung Berdasarkan Kandungan Nitrogen, Fosfor dan Silikon. Skripsi Manajemen Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. FPIK IPB : Bogor.
- Pujiastuti, P., B. Ismail dan Pranoto. 2013. Kualitas dan Beban Pencemaran Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Ekosains*. 5(1): 59-75.
- Pustaka, JATIM. 2013. <http://pustaka.jawatimuranmalang.com/malang1183.htm>. Diakses pada tanggal 5 maret 2018 pukul 09.15 WIB
- Radiarta, I.N. 2013. Hubungan Antara Distribusi Fitoplankton dengan Kualitas Perairan di Selat Alas, Kabupaten Sumbawa, NTB. *Jurnal Bumi Lestari*. 8(2) : 234-243.
- Rahmawanty. 2002. Pengelolaan Sumberdaya Waduk secara Optimal dan Terpadu. Fakultas Pertanian. Program Ilmu Kelautan. Universitas Sumatera Utara.
- Ratnasari, J. 2007. Mengenal Penemu Sains dan Penemunya. Logika Galileo : Jakarta.

- Riyadi, A., L. Widodo dan K. Wibowo. 2005. Kajian Kualitas Perairan Laut Kota Semarang dan Kelayakannya untuk Budidaya Laut. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 6 (3) : 497-501.
- Rukminasari, N., Nadiarti dan Awaluddin. K. 2014. Pengaruh Derajat Keasaman (pH) Air Laut Terhadap Konsentrasi Kalsium Ujung Pangkah dan Kecamatan Bugah, Kabupaten Gresik. *Research Journal Of Life Science*. 1(1) : 19-24.
- Sachoemar, S.I., dan Wahjono. H.D. 2007. Kondisi Pencemaran Lingkungan Perairan di Teluk Jakarta. *JAI*. 3 (1). 47-52.
- Saeni, M.S. 1986. Kimia Lingkungan. PAU-IPB, Bogor, 177 hal.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai salah satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. 30(3) : 21-26.
- Santoso, A. D. 2006. Pemantauan Hidrografi dan Kualitas Air di Teluk Hurun Lampung dan Teluk Jakarta. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 6(3) : 433-437.
- _____. 2007. Kandungan Zat Hara Fosfat Pada Musim Barat dan Musim Timur di Teluk Hurun Lampung. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 8 (3) : 207-210.
- Sari, T.E.Y., dan Usman. 2012. Studi Parameter Fisika dan Kimia Daerah Penangkapan Ikan Perairan Selat Asam. Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 17(1) : 88-100.
- Sasongko, L.A. 2006. Kontribusi Air Limbah Domestik Penduduk di Sekitar Sungai Tuk Terhadap Kualitas Air Sungai Kaligarang serta Upaya Penanganannya. *Tesis*. Universitas Diponegoro : Semarang.
- Sayekti, R.W., Yuliani. E., Bisri. M., Juwono. P.T., Li., Prasetyorini, F., Sonia dan Putri, A.P. 2015. Studi Evaluasi Kualitas dan Status Trofik Air Waduk Selorejo Akibat Erupsi Gunung Kelud Untuk Budidaya Perikanan. *Jurnal Teknik Pengairan*. 6 (1) : 78-85.
- Sediadi, A. dan Adward. 1993. Kandungan Klorofil-a Fitoplankton di Perairan Pulau-pulau Lease Maluku Tengah. Puslitbang Oceanologi-LIPI.
- Setiawan, H. 2013. Status Ekologi Hutan Mangrove pada Berbagai Tingkat Ketebalan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 2 (2) : 104-120.
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika Terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan*. 9(1) : 31-45.
- _____. 2012. Kualitas Air Laut Ditinjau dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 4(2) : 290-303.
- Soeprobowati, T.R, dan Suedy, S.W.A .2010. Status Trofik Danau Rawapening dan Solusi Pengelolannya. *Jurnal Sains dan Matematika (JSM)*. 18(4) : 158-169.

- Stim, J. 1981. *Manual Methods in Aquatic Environment Research*. Part 8 Rome : Ecological Assesment of Pollution Effect. FAO.
- Subarjianti, H.U. 1990. *Pemupukan dan Kesuburan Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan : Universitas Brawijaya.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Universitas Indonesia : Jakarta.
- Sugiyono.2001. *statistika untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta.
- Sukimin, S. 2007. Penggunaan *Index Of Biotic Integrity (IBI)* Untuk Menilai Kualitas Lingkungan Perairan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 8(1) : 84-90.
- Sulardiono, B. 2009. Analisis Dampak Budidaya Ikan Sistem Keramba Jaring Apung Terhadap Tingkat Saprobitas Perairan di Waduk Wadaslintang Kabupaten Wonosobo. *PENA Akuatika*.1 (1) : 55 – 63.
- Sulastri., Tri. S., Yayok. S., dan Sulung, N. 2010. Pengembangan Kriteria Status Ekologi Danau-danau Kecil di Pulau Jawa : Jakarta.
- Sumanto, D. 2001. Studi Akurasi Teknik Sampling Acak dalam Survei Tingkat Keterampilan Pengambilan Darah Vena dengan Disposable Syringe pada Mahasiswa AAK Muhammadiyah Semarang. *SKRIPSI*. Fakultas Kedokteran . Universitas Diponegoro : Semarang.
- Suryana. 2010. *Metode Penelitian Model Praktis Penelitian Kuantitatif Kualitatif*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Suryono, T., S. Senny., Mulyana., Endang dan Rosidah. 2010. Tingkat Kesuburan dan Pencemaran Danau Limboto, Gorontalo. *Oseabologi dan Limnologi*. Pusat Penelitian Limnologi. Lipi : Jakarta.
- Suryabarata, S.1994. *Metode Ilmiah*. Rajawali : Jakarta.
- Susana, T. 2009. Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut Sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 5(2) : 33-39.
- Susanti, I.T., S.B. Sasongko dan Sudarno. 2010. Status Trofik Waduk Manggar kota Balikpapan dan Strategi Pengelolaannya. *Jurnal PRESIPITASI*. 9(2): 72-78.
- Sutika, N. 1989. *Ilmu Air*. Universitas Padjajaran. BUNPAD Bandung. Bandung.
- Usman, H. dan P.S. Akbar. 2006. *Metode Penelitian Sosial*. Bumi Aksara : Jakarta.
- Utami, D.A., Adriman dan Eni. S. 2015. Water Quality in the dam site of the Koto Long dam based on chemical Index. Student of the fisheries and Marine Sciences Faculty, Riau University.
- Utomo, A.D., Mohammad, R.R., Dinar, D.A.P., Edward dan Saleh. 2011. Keanekaragaman plankton dan Tingkat Kesuburan Perairan Di Waduk Gajah Mungkur. Balai Riset Perikanan Perairan Umum. Palembang.
- Verawati, V. 2011. Evaluasi Pengelolaan Wisata Berbasis Sumberdaya di Waduk Selorejo Kabupaten Malang Jawa Timur. ITB. Bandung.



- Wijaya, T.S. dan Richo H. 2009. Struktur Komunitas Fitoplankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Danau Rawapening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. FMIPA UNDIP: Semarang,
- Yetti, E. 2007. Evaluasi Kualitas Air Sungai-sungai di Kawasan DAS Brantas Hulu Malang dalam Kaitannya dengan Tata Guna Lahan dan Aktivitas di Sekitarnya. Institut Pertanian Bogor.
- Zulfia, N, dan Aisyah. 2013. Status Trofik Perairan Rawa Pening Ditinjau Dari Kandungan Unsur Hara (NO_3 Dan NO_4) Serta Klorofil-a. *BAWAL*. 5(3):189-199.

