

**ANALISIS KUALITAS AIR DAN BEBAN PENCEMARAN DI WADUK  
SELOREJO KECAMATAN NGANTANG, KABUPATEN MALANG  
PROVINSI JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

Oleh :

**FRISDA EZA TRISNIK AGUSTIN  
NIM. 155080101111058**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

**ANALISIS KUALITAS AIR DAN BEBAN PENCEMARAN DI WADUK  
SELOREJO KECAMATAN NGANTANG, KABUPATEN MALANG  
PROVINSI JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

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

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

Oleh :

**FRISDA EZA TRISNIK AGUSTIN  
NIM. 155080101111058**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

**SKRIPSI**

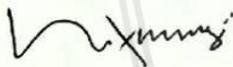
**ANALISIS KUALITAS AIR DAN BEBAN PENCEMARAN DI WADUK  
SELOREJO KECAMATAN NGANTANG, KABUPATEN MALANG  
PROVINSI JAWA TIMUR**

Oleh :

**FRISDA EZA TRISNIK AGUSTIN  
NIM. 155080101111058**

**Telah dipertahankan didepan penguji  
Pada tanggal 23 Mei 2019  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing 1**



**(Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS)**

**NIP. 19600505 198601 1 004**

**Tanggal : 18 JUN 2019**

**Dosen Pembimbing 2**



**(Arief Darmawan, S.Si., M.Sc)**

**NIK. 201607800802 1 001**

**Tanggal : 18 JUN 2019**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan**



**(Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP)**

**NIP. 19680919 200501 1 001**

**Tanggal : 18 JUN 2019**

## LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **ANALISIS KUALITAS AIR DAN BEBAN PENCEMARAN DI WADUK  
SELOREJO KECAMATAN NGANTANG, KABUPATEN MALANG  
PROVINSI JAWA TIMUR**

Nama : FRISDA EZA TRISNIK AGUSTIN

NIM : 155080101111058

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

### PENGUJI PEMBIMBING

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS

Dosen Pembimbing 2 : Arief Darmawan, S.Si., M.Sc

### PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Supriatna, M.Si

Dosen Penguji 2 : Nanik Retno Buwono, S.Pi., MP



## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang memberikan kelancaran dalam melaksanakan penelitian saya di Waduk Selorejo, Malang
2. Kedua orang tua saya serta adik saya yang selalu memberikan do'a dan dukungan serta motivasi dalam pembuatan laporan Skripsi ini
3. Dr. Ir. M. Firdaus, MP selaku ketua jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Brawijaya Malang.
4. Dosen pembimbing Bapak Dr.Ir. Mohammad Mahmudi, MS dan Bapak Arief Darmawan, S.Si, M.Sc yang telah memberikan bimbingan dan arahan dengan baik sehingga laporan Skripsi ini terselesaikan dengan baik.
5. Pembimbing selama dilapang dari pihak Jasa Tirta 1 di Waduk Selorejo Malang yitu Pak Haryono, Pak Supriyono, Pak Kis serta pihak Jasa Tirta yang lainnya.
6. Teman – teman tim Waduk Selorejo Squad ( Shima, Karina, Vetty, Nadya, Rahmat, Engjellina) yang membantu dan memberi dukungan dalam menegajarkan laporan skripsi ini.
7. Sahabat - sahabat saya Syahidatus Shima, Intan Hasanah, Ayu Kusumaning Rukmi, Ari, Arin, Anne dan Mbak Upil yang sudah memberikan motivasi dan semangat dalam mengerjakan laporan Skripsi ini.
8. Teman saya Putri Yuliani Suteja yang telah membantu saya dan menemani saya selama analisa kualitas air di DLH Tulungagung.
9. Teman – teman MSP 2015 yang telah memberikan motivasi dan dukungan dalam mengerjakan laporan Skripsi ini

## RINGKASAN

**FRISDA EZA T.A.** Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran di Waduk Selorejo, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS** dan **Arief Darmawan, S.Si, M.Sc**)

---

---

Ekosistem air tawar memiliki peranan yang sangat penting karena merupakan sumber air rumah tangga dan industri. Waduk merupakan salah satu contoh perairan tawar buatan yang dibuat dengan cara membendung sungai tertentu dengan berbagai tujuan yaitu sebagai pencegah banjir, pembangkit tenaga listrik, pensuplai air bagi kebutuhan irigasi pertanian, untuk kegiatan perikanan baik perikanan tangkap maupun budidaya karamba, dan bahkan untuk kegiatan pariwisata. Waduk Selorejo terletak di Kecamatan Ngantang, dulunya Waduk ini bukan merupakan sebuah danau alami, tetapi merupakan aliran sungai yang dibendung untuk menjadi sebuah waduk, yaitu dengan membendung aliran sungai dari Sungai Konto, Sungai Pinjal dan Sungai Kwayangan sebagai sumber pemasukan utama air ke waduk.

Tingginya tingkat aktivitas masyarakat yang berada di sekitar perairan waduk menyebabkan sumber masukan bahan pencemar juga meningkat. Sumber bahan pencemar tersebut antara lain berasal dari kegiatan masyarakat di sekitar hulu sungai, dari permukiman, dari pertanian dan dari kegiatan yang berlangsung di badan perairan waduk itu sendiri. Berbagai macam sumber pencemar tersebut akan terakumulasi menjadi beban limbah atau beban pencemaran yang memacu proses pengkayaan unsur hara (eutrofikasi) sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran air diikuti dengan penurunan kualitas air.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019 di Waduk Selorejo, Malang. Tujuan penelitian ini yaitu mampu menganalisis kondisi kualitas air di Waduk Selorejo Malang dan mampu menganalisis total beban pencemar yang masuk ke dalam Waduk Selorejo berdasarkan perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran Waduk. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Survey dengan pendekatan deskriptif kuantitatif yaitu dengan melakukan pengumpulan data, analisis data dan interpretasi data yang bertujuan untuk membuat deskripsi mengenai keadaan lokasi penelitian.

Hasil dari penelitian diperoleh hasil Suhu berkisar antara 27<sup>o</sup>C - 29,5<sup>o</sup>C, kecerahan berkisar antara 23,25-45,25 cm, pH berkisar antara 7-8, DO berkisar antara 6,8 mg/l - 8,7 mg/l, BOD berkisar antara 5,99 mg/l - 6,38 mg/l, COD berkisar antara 18,5 mg/l – 27,2 mg/l, Nitrat berkisar antara 0,2552 mg/l – 0,3571 mg/l, orthofosfat berkisar antara 0,2144 mg/l – 0,3717 mg/l, amonia berkisar antara 0,0779 mg/l – 0,0988 mg/l dan total P berkisar antara 0,1155 mg/l - 0,1974 mg/l dan total kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2159 ind/ml - 19115 ind/ml termasuk perairan dengan kelimpahan sedang menuju tinggi (mesotrofik-eutrofik).

Kondisi kualitas air berdasarkan metode STORET diperoleh hasil skoring -10 dan -18 tergolong dalam kategori cemar ringan sampai cemar sedang. Sedangkan total beban pencemaran yang masuk ke Waduk Selorejo berupa limbah yang berasal dari DAS sebesar 4.746,493 kg/th dan masih dibawah daya tampung beban pencemarnya sebesar 12.477 kg/th. Jadi, dapat disimpulkan bahwa total beban pencemaran di Waduk Selorejo masih dibawah daya tampungnya. Rekomendasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat pencemaran berdasarkan permasalahan yang terjadi yaitu Melakukan sosialisasi

dan penyuluhan kepada masyarakat sekitar tentang efisiensi penggunaan pupuk dan pestisida serta memperbaiki pengolahan lahan pertanian berupa terasiring sehingga dapat meminimalisir dampak *run-off* daratan, membersihkan eceng gondok yang tumbuh berlebihan di tengah Waduk Selorejo karena bisa mengganggu sistem kinerja PLTA, melakukan pengolahan limbah rumah tangga secara terpadu melakukan penanaman tumbuhan (vegetasi riparian) dan melakukan sosialisasi dan penyuluhan kepada masyarakat sekitar tentang efisiensi pengelolaan sumberdaya air waduk agar tetap terjaga dengan baik dan dapat dimanfaatkan kembali, misalnya sebagai air minum.



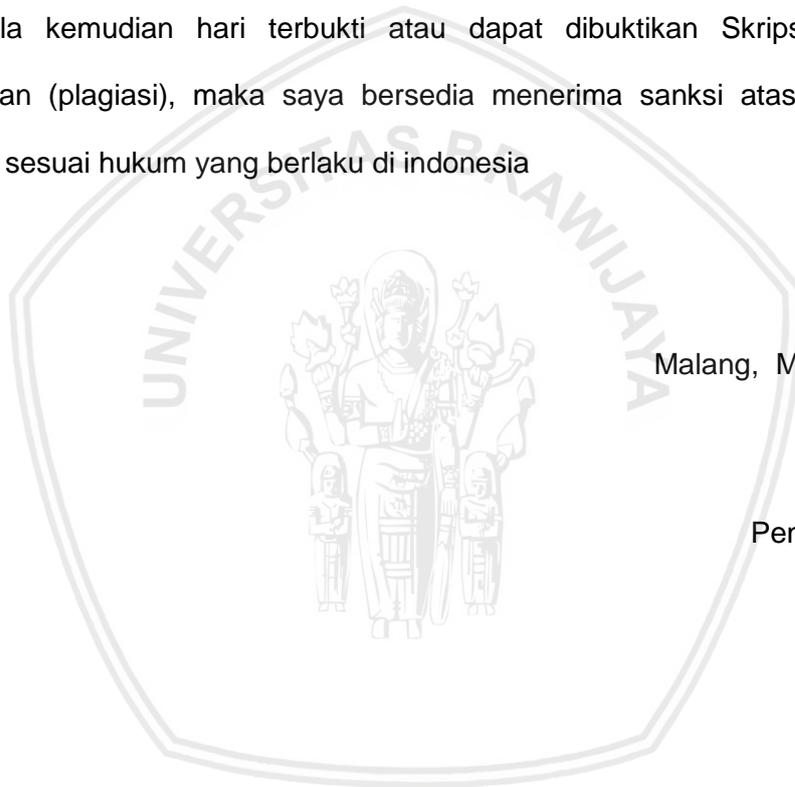
## PERNYATAAN ORSINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam 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 pernah diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis 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, Mei 2019

Penulis



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan dengan judul **“Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran di Waduk Selorejo, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur”**.

Penulis sudah berusaha maksimal untuk menyelesaikan laporan skripsi ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang dibutuhkan pembaca pada umumnya.

Malang, Mei 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Kegunaan Penelitian .....	6
1.5 Tempat dan waktu.....	7
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Waduk.....	8
2.2 Sumber Pencemaran .....	9
2.3 Beban Pencemaran.....	11
2.4 Indikator Beban Pencemaran .....	12
2.5 Kualitas Air .....	13
2.5.1 Fisika Perairan.....	13
2.5.2 Kimia Perairan .....	14
2.5.3 Parameter Biologi .....	20
2.6 Skoring Parameter Kualitas Air.....	21
2.6.1 Metode STORET .....	22
3. METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Materi Penelitian .....	24
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.3 Metode Penelitian.....	24
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	25
3.3.1 Data Primer.....	25
3.3.2 Data Sekunder.....	25
3.4 Peta Lokasi Pengambilan Sampel .....	26
3.5 Penentuan Stasiun Pengamatan .....	27
3.6 Pengukuran Kualitas Air .....	27
3.6.1 Parameter Fisika.....	27
3.6.2 Parameter Kimia .....	28
3.6.3 Parameter Biologi .....	33
3.7 Analisis Data .....	35
3.7.1 Metode STORET .....	35
3.7.2 Pendugaan Beban Limbah Non-Budidaya .....	36
3.8 Diagram Alir Penelitian .....	36
4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	42
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	42
4.1.1 Letak Geografis dan Keadaan Sekitar Waduk.....	42
4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel .....	42
4.3 Hasil Pengukuran Kualitas Air .....	46

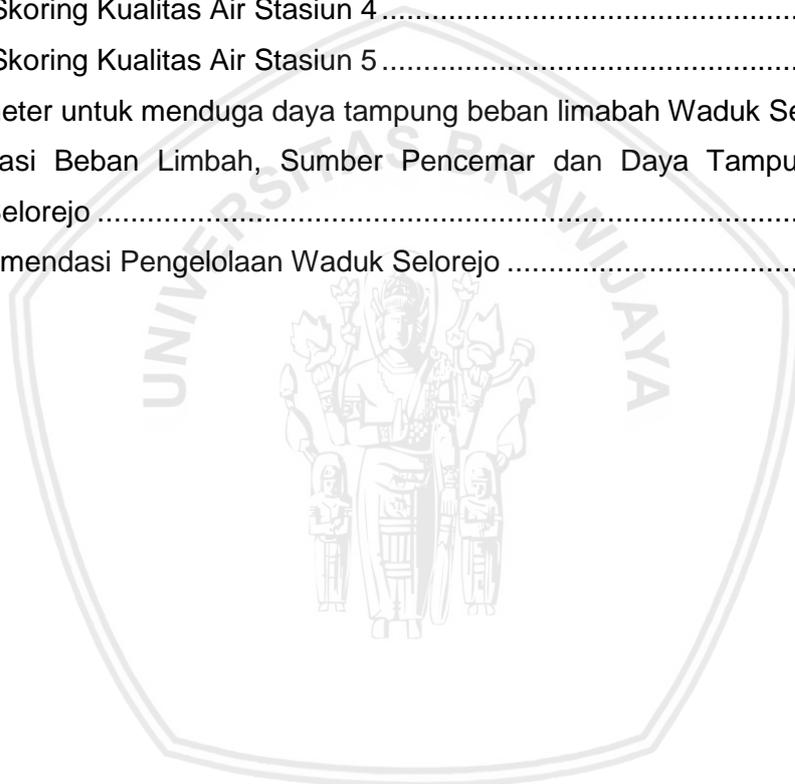


4.3.1 Parameter Fisika.....	46
4.3.2 Parameter Kimia .....	48
4.3.3 Parameter Biologi .....	61
4.4 Peta Tata Guna Lahan .....	63
4.5 Kualitas Air berdasarkan Metode STORET .....	64
4.5.1 Peta Distribusi Hasil Skoring Kualitas Air .....	68
4.6 Pendugaan Beban Limbah Waduk Selorejo .....	70
4.6.1 Beban Limbah Non-budidaya.....	70
4.6.2 Alokasi Beban Limbah .....	70
4.6.3 Daya Tampung Beban Limbah Air Waduk .....	71
4.7 Rekomendasi Pengelolaan Waduk Selorejo.....	73
5. KESIMPULAN dan SARAN.....	77
5.1 Kesimpulan .....	77
5.2 Saran .....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN .....	85



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penentuan Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air .....	36
2. Pendugaan Beban Limbah (Diego-McGlone <i>et al.</i> , 1999) .....	38
3. Kelimpahan Fitoplankton Waduk Selorejo.....	61
4. Hasil Skoring Kualitas Air Stasiun 1 .....	64
5. Hasil Skoring Kualitas Air Stasiun 2 .....	65
6. Hasil Skoring Kualitas Air Stasiun 3 .....	66
7. Hasil Skoring Kualitas Air Stasiun 4 .....	66
8. Hasil Skoring Kualitas Air Stasiun 5 .....	67
9. Parameter untuk menduga daya tampung beban limbah Waduk Selorejo ...	71
10. Alokasi Beban Limbah, Sumber Pencemar dan Daya Tampung Limbah Waduk Selorejo .....	73
11. Rekomendasi Pengelolaan Waduk Selorejo .....	75



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Permasalahan .....	5
2. Lokasi Penelitian di Waduk Selorejo .....	26
3. Diagram Alir Penelitian .....	41
4. Stasiun 1 ( <i>inlet</i> ).....	43
5. Stasiun 2 (tengah a) .....	44
6. Stasiun 3 (tengah b) .....	44
7. Stasiun 4 ( <i>inlet</i> Sungai Kwayangan) .....	45
8. Stasiun 5 ( <i>outlet</i> ).....	45
9. Grafik Pengukuran Suhu.....	46
10. Grafik Pengukuran Kecerahan.....	47
11. Grafik Pengukuran pH .....	49
12. Grafik Pengukuran DO.....	50
13. Grafik Pengukuran BOD .....	52
14. Grafik Pengukuran COD .....	53
15. Grafik Pengukuran Nitrat.....	55
16. Grafik Pengukuran Orthofosfat .....	56
17. Grafik Pengukuran Amonia .....	58
18. Grafik Pengukuran Total P.....	59
19. Peta Tata Guna Lahan.....	63
20. Peta Hasil Skoring Kualitas Air .....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan .....	85
2. Perhitungan Fitoplankton Stasiun 1 .....	86
3. Gambar dan Identifikasi Plankton .....	88
4. Perhitungan Menggunakan Metode Storet.....	92
5. Perhitungan N-Total dan P-Total .....	94
6. Dokumentasi.....	95



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ekosistem perairan di permukaan bumi terbagi menjadi dua bagian utama yaitu ekosistem air tawar dan ekosistem air laut. Ekosistem air laut mempunyai bagian yang paling besar yaitu lebih dari 97% sedangkan sisanya adalah ekosistem air tawar yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk aktivitas hidupnya. (Heddy dan Kurniati, 1994). Ekosistem perairan tawar secara umum terbagi menjadi 2 yaitu perairan mengalir (*lotic water*) dan perairan menggenang (*lentic water*). Menurut Effendi (2003), perairan lentik adalah suatu perairan dengan air yang menggenang atau tidak ada aliran air (kolam, danau, situ, rawa, telaga maupun waduk) sedangkan perairan lotik adalah suatu perairan yang dicirikan oleh adanya aliran air yang cukup kuat, sehingga digolongkan ke dalam perairan mengalir (sungai).

Waduk merupakan salah satu contoh ekosistem perairan tawar buatan yang dibuat dengan cara membendung sungai tertentu dengan berbagai tujuan yaitu sebagai pencegah banjir, pembangkit tenaga listrik, pensuplai air bagi kebutuhan irigasi pertanian, untuk kegiatan perikanan baik perikanan tangkap maupun budidaya karamba, dan bahkan untuk kegiatan pariwisata. Dengan demikian keberadaan waduk telah memberikan manfaat sendiri bagi masyarakat di sekitarnya. Waduk memiliki karakteristik yang berbeda dengan badan air lainnya. Waduk menerima masukan air secara terus menerus dari sungai yang sungai yang mengalirinya. Bagian atas waduk menerima bahan organik dari aliran sungai dan kegiatan di waduk, dimana bahan organik ini mengendap sebagai sedimen dan mengalami penguraian (Frelly,2010).

Waduk Selorejo merupakan ikon wisata utama di Kecamatan Ngantang, dulunya Waduk Selorejo bukan merupakan sebuah danau alami, tetapi

merupakan aliran sungai yang dibendung untuk menjadi sebuah waduk, yaitu dengan membendung aliran sungai dari Sungai Konto, Sungai Pinjal dan Sungai Kwayangan sebagai sumber pemasukan utama air ke waduk. Waduk ini semula adalah rumah-rumah warga, lalu warga dipindahkan ke desa yang lain dan dibuatlah Waduk Selorejo. Menurut Sasongko *et.,al* (2014), Waduk Selorejo berfungsi untuk menampung kelebihan air hujan dan debit air dari Sungai Konto, Sungai Pinjal dan Sungai Kwayangan untuk kemudian disimpan dan digunakan untuk meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar. Selain itu, Waduk Selorejo bisa digunakan untuk keperluan wisata, irigasi dan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).

Tingginya tingkat aktivitas masyarakat yang berada di sekitar perairan waduk menyebabkan sumber masukan bahan pencemar juga meningkat. Sumber bahan pencemar tersebut antara lain berasal dari kegiatan masyarakat di sekitar hulu sungai, dari permukiman dan dari kegiatan yang berlangsung di badan perairan waduk itu sendiri. Selain itu, dengan adanya aliran air dari pertemuan Sungai Konto, Sungai Pinjal dan Sungai Kwayangan yang membendung Waduk Selorejo yang menjadi salah satu media bagi masuknya bahan organik dan anorganik yang berasal dari berbagai aktivitas di sekitar waduk. Sumber pencemar juga dapat berasal dari alam maupun dari aktivitas manusia (antropogenik). Selain itu, tingginya masukan bahan pencemar dari antropogenik dapat menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati, khususnya spesies endemik waduk tersebut dan juga menyebabkan terjadinya pencemaran air (Kumurur, 2002).

Pencemaran yang terjadi di perairan waduk merupakan masalah penting yang perlu memperoleh perhatian dari berbagai pihak. Sumber pencemaran suatu perairan dapat berasal dari kegiatan produktif maupun non produktif di

*upland* (lahan atas) dari permukiman dan dari kegiatan yang berlangsung di badan perairan waduk sendiri. Jenis bahan pencemar utama yang masuk ke perairan waduk antara lain limbah organik dan anorganik, residu pestisida dari kegiatan pertanian, sedimen dan bahan-bahan lainnya (Pujiastuti *et.al.*, 2013). Berbagai macam sumber pencemar tersebut akan terakumulasi menjadi beban limbah atau beban pencemar yang memacu proses pengkayaan unsur hara (eutrofikasi). Menurut Schlinder (2006), eutrofikasi ditandai oleh pertumbuhan tanaman dan alga yang berlebihan. Eutrofikasi dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air sehingga kualitas air menjadi menurun yang dapat mengakibatkan organisme perairan terganggu.

Menurut Syamiazhi *et.al* (2015), perubahan kualitas perairan dapat berasal dari tingginya kandungan sedimen yang berasal dari erosi, kegiatan pertanian, penambangan, kontruksi, pembukaan lahan dan aktivitas lainnya, limbah organik yang berasal dari hewan, manusia dan tanaman serta industri yang membuang limbahnya ke perairan. Hal tersebut merupakan dampak dari meningkatnya populasi masyarakat dan perkembangan industri. Penurunan kualitas air akan menurunkan daya guna, daya dukung dan daya tampung dari sumberdaya air. Permasalahan lingkungan yang sering kali dialami oleh waduk dan menjadi perhatian utama adalah menurunnya kualitas perairan oleh masuknya bahan pencemar yang berasal dari berbagai kegiatan manusia seperti sampah dari kegiatan domestik dan pariwisata, sisa pemupukan dan pestisida dari kegiatan pertanian, sisa pakan dari kegiatan budidaya perikanan maupun proses sedimentasi akibat konversi lahan di hulu (Apridiyanti, 2008).

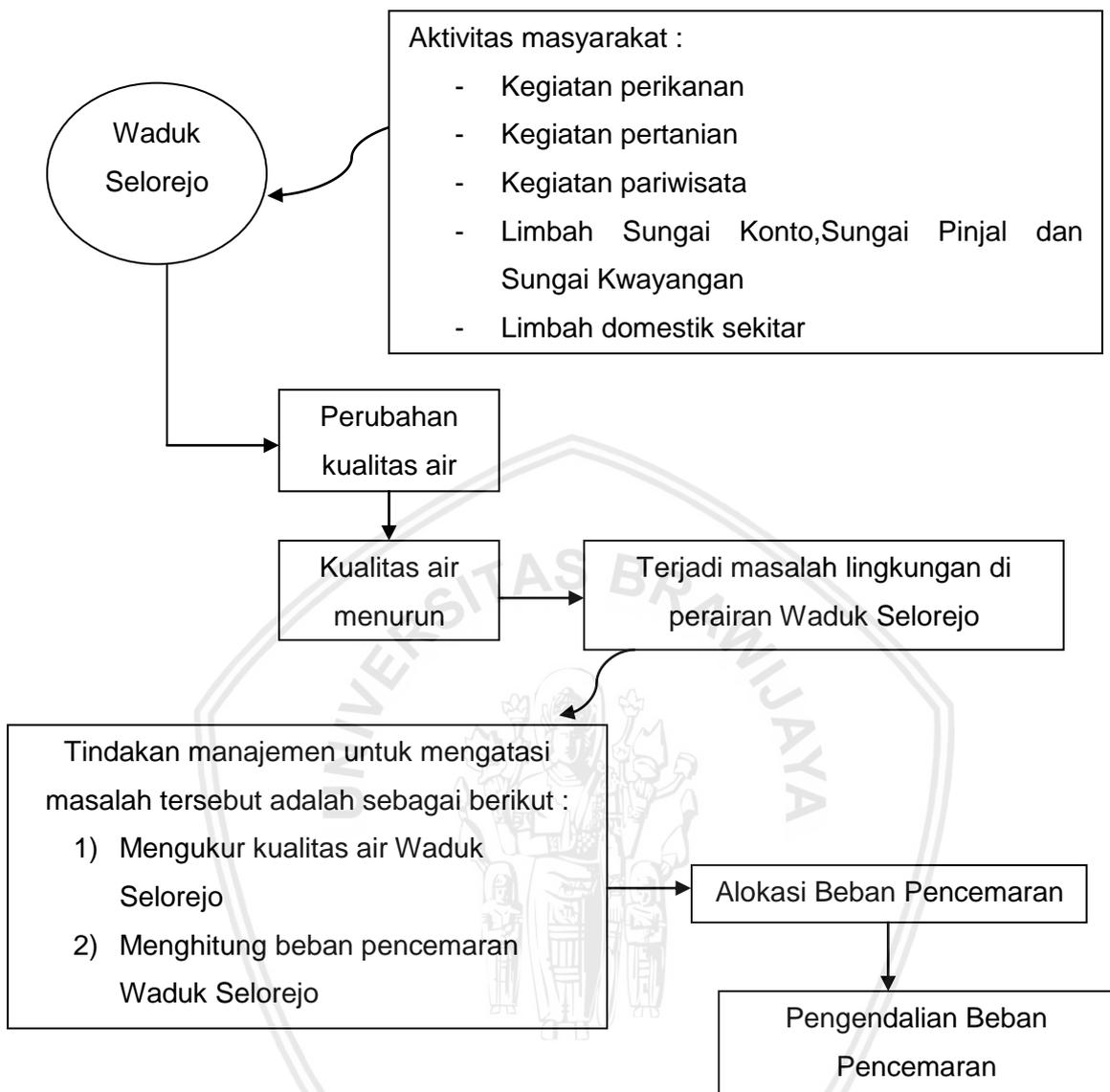
Pengaruh dari berbagai macam limbah yang masuk ke Waduk Selorejo dapat menimbulkan masalah lingkungan seperti pencemaran dan penurunan kualitas perairan. Menurut Pratiwi dan Sayekti (2018), aliran air sungai yang masuk ke

Waduk Selorejo membawa berbagai macam bahan pencemar yang bersumber dari rumah tangga, industri, peternakan, maupun persawahan. Pada pemukiman di sekitar Waduk Selorejo, terdapat banyak wilayah pertanian, dimana pertanian tersebut menggunakan pupuk NPK. Selain itu, juga terdapat pengaruh dari limbah domestik seperti detergen serta terdapat pengaruh limbah dari daerah peternakan yang dapat mencemari Waduk Selorejo. Oleh karena itu, untuk menjaga kelestarian perairan di waduk Selorejo agar tetap lestari maka perlu dilakukanya analisa kualitas air dan melakukan perhitungan tentang beban pencemaran di Waduk Selorejo.

## 1.2 Perumusan Masalah

Aktivitas masyarakat yang berada disekitar Waduk Selorejo dapat menghasilkan berbagai macam limbah seperti limbah domestik, pertanian, perikanan, pariwisata serta adanya masukan beban pencemar limbah organik maupun anorganik dari Sungai Konto, Sungai Pinjal dan Sungai Kwayangan yang mengalir ke Waduk Selorejo sehingga menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air (fisika, kimia dan biologi) pada perairan Waduk Selorejo. Perubahan kualitas air di Waduk Selorejo dapat memicu terjadinya penurunan kualitas air yang akan menyebabkan terjadinya masalah lingkungan di Waduk Selorejo. Masalah lingkungan yang terjadi di Waduk Selorejo dapat mengganggu ekosistem waduk, sehingga perlu adanya tindakan manajemen untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan cara mengukur kualitas air dan menghitung beban pencemaran serta mengkalkulasikan beban pencemaran yang masuk ke Waduk Selorejo. Setelah itu, melakukan pengendalian beban pencemaran agar perairan Waduk tetap terjaga dengan baik.

Berdasarkan uraian permasalahan diatas dapat dirumuskan menjadi bagan sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Permasalahan

Berdasarkan penjelasan bagan alir diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimanakah kondisi kualitas air di Waduk Selorejo ?
- 2) Berapakah beban pencemar yang masuk ke perairan Waduk Selorejo ?

### 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dilakukan penelitian ini adalah untuk meneliti dan menganalisa kualitas air dan beban pencemaran yang masuk di Waduk Selorejo, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

Tujuan dari penelitian skripsi yang dilakukan di waduk selorejo adalah sebagai berikut :

1. Mampu menganalisis kondisi kualitas air ( fisika, kimia dan biologi) di Waduk Selorejo
2. Mampu menganalisis seberapa banyak beban pencemar yang masuk ke Waduk Selorejo berdasarkan perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran pada Waduk Selorejo

### 1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai beban pencemaran yang masuk ke dalam perairan Waduk Selorejo terhadap kondisi kualitas perairan Waduk Selorejo. Selain itu, kegunaan untuk pihak-pihak yang terkait adalah sebagai berikut :

1. Bagi mahasiswa, dapat membantu meningkatkan pengetahuan serta wawasan tentang bagaimana kondisi Waduk Selorejo yang dapat dilihat dengan menganalisis kualitas air dan beban pencemar yang masuk ke dalam Waduk Selorejo serta dapat memperoleh informasi yang berguna untuk penelitian lebih lanjut.
2. Bagi masyarakat Ngantang, dapat meningkatkan kesadaran masyarakat untuk tidak membuang bahan pencemar ke Waduk seperti limbah industri maupun limbah domestik ke Waduk karena dapat menimbulkan pencemaran perairan.

3. Bagi peneliti atau Lembaga Ilmiah, sebagai pertimbangan atau acuan untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang analisis kualitas air dan beban pencemaran di Waduk Selorejo.

### **1.5 Tempat dan waktu**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2019 di Waduk Selorejo, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Pengukuran Kualitas Air dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi Divisi Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Waduk

Menurut peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 28 tahun 2009, waduk adalah wadah air yang terbentuk sebagai akibat dibangunnya bendungan dan berbentuk pelebaran alur atau badan atau palung sungai. Waduk sebagai tempat penampungan air mempunyai kapasitas tertentu dan sangat rawan mengalami perubahan kualitas karena aktivitas alami maupun antropogenik. Secara umum Waduk digunakan untuk menampung air saat terjadi kelebihan air pada musim penghujan sehingga air itu dapat dimanfaatkan pada musim kering. Sumber air waduk terutama berasal dari aliran air di permukaan dan ditambah dengan air hujan (Kartini dan Permana, 2016).

Fungsi atau peran utama waduk dapat menjadi *buffer* dalam mengendalikan sumberdaya air baik secara kualitas maupun kuantitas. Sebagai pengendali kualitas air, waduk memiliki kemampuan untuk melakukan penjernihan atau pembersihan air yang tertampung secara alami (*natural self-purification capacity*) dari bahan tersuspensi maupun terlarut sehingga air yang dilepas dari waduk bisa memenuhi baku mutu air. Menurut Hilmi *et.al* (2012), waduk menerima masuknya air dari sungai-sungai sekitarnya dan tidak menutup kemungkinan air tersebut membawa sisa – sisa pupuk dari sistem drainasi pada jaringan irigasi sebelumnya ataupun zat – zat lain yang merupakan penyumbang utama atau nutrisi dalam meningkatkan unsur hara tanaman yang terbawa ke dalam waduk. Waduk berperan sebagai *furifikator* bahan pencemar, namun sebenarnya daerah genangan waduk sendiri merupakan daerah akumulasi pengendapan bahan polutan, baik bahan terlarut maupun tersuspensi, yang dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sekitarnya (Supangat dan Paimin, 2007).

Waduk dapat dimanfaatkan sebagai irigasi, PLTA dan penyediaan air baku dan berfungsi sebagai penangkap air dan menyimpannya di musim hujan waktu air sungai mengalir dalam jumlah yang besar dan yang melebihi kebutuhan, dengan memiliki daya tampung tersebut air sungai yang melebihi kebutuhan dapat disimpan dalam waduk dan baru dilepas mengalir ke dalam sungai lagi di hilirnya sesuai dengan kebutuhan pada saat diperlukan. Waduk Selorejo adalah waduk yang difungsikan untuk menampung kelebihan air hujan dan debit dari Sungai Konto, Sungai Pinjal dan Sungai Kwayangan untuk kemudian disimpan. Debit yang dialirkan bergantung pada kebutuhan dihilir, yaitu memenuhi kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi di hilir Selorejo. Diharapkan dengan adanya waduk ini dapat meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat di daerah irigasi hilir waduk Selorejo, dan masyarakat Ngantang pada umumnya yang sebagian besar bermata pencarian sebagai petani.

## 2.2 Sumber Pencemaran

Menurut Effendi (2003), Secara umum sumber pencemaran dapat dikategorikan menjadi *point source* dan *non-point source*. Sumber pencemaran yang termasuk kategori *point source* berasal dari kegiatan industri, namun jenis dan jumlah bahan pencemar yang dibuang ditentukan oleh jenis kegiatannya. *Point source* relatif lebih mudah dikendalikan karena limbah yang dihasilkan dapat ditampung terlebih dahulu, dilakukan pengolahan kemudian di buang. Menurut Shen Zahyeng *et.al* (2014), Sumber pencemaran *non-point source* sebagian besar berasal dari kegiatan pertanian yang dapat menyebabkan penurunan kualitas perairan.

Secara umum terdapat berbagai macam bahan pencemar yang masuk ke perairan seperti bahan organik, bahan anorganik maupun mikroorganisme patogen. Jenis pencemaran air yang paling banyak ditemukan biasanya

pencemaran mikroorganisme, bahan pencemar anorganik, limbah organik, sedimen dan bahan tersuspensi (Darmono, 2001). Sumber pencemar dapat masuk kedalam perairan melalui dua cara yaitu secara alami dan melalui kegiatan manusia. Sebagian besar pencemaran yang disebabkan oleh kegiatan manusia terjadi di dalam atau dekat daerah pemukiman atau area industri. Sumber pencemar dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sumber pencemar alami dan sumber pencemar antropogenik.

- Sumber Alami

Menurut Ratnani (2008), Sumber pencemar alami merupakan pencemaran yang dilakukan oleh alam dan di luar campur tangan manusia. Sumber pencemar yang bersifat alami merupakan bagian yang ditimbulkan dari proses atau gejala alam yang menyebabkan perubahan kualitas di sekitarnya. Contoh dari sumber alami adalah proses kimia bakteri dalam tanah maupun perairan, kebakaran hutan, erosi angin, letusan gunung berapi, emisi biogenik dan lainnya.

- Sumber Antropogenik

Menurut Effendi (2003), Polutan antropogenik adalah polutan yang masuk ke badan air akibat aktivitas manusia, misalnya kegiatan domestik, kegiatan pertanian, maupun kegiatan industri. Pencemaran akibat kegiatan manusia secara kuantitatif lebih besar, misalnya sumber pencemar akibat aktivitas transportasi, industri, persampahan baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran dan rumah tangga. Aktivitas antropogenik dapat bersumber dari pertanian, perkebunan, limbah rumah tangga, pasar tradisional, pelindihan tumpukan sampah, maupun industri. Selain itu, tingginya masukan bahan pencemar dari antropogenik dapat menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati, khususnya spesies endemik danau tersebut (Kumurur, 2002).

Sumber pencemar di perairan terutama di Waduk dapat berupa kegiatan internal seperti kegiatan budidaya ikan di KJA maupun kegiatan eksternal yang berasal dari daratan (antropogenik). Sumber pencemar di Waduk Selorejo didominasi dari sumber pencemar yang berasal dari daratan (antropogenik) dikarenakan di Waduk Selorejo sudah tidak ada KJA sebagai kegiatan budidaya ikan. Sumber antropogenik dan masukan air sungai menyebabkan peningkatan unsur hara seperti nitrat dan fosfor. Sumber pencemar dari kegiatan antropogenik yaitu dapat berasal dari limbah pemukiman, limbah industri maupun limbah yang dihasilkan dari kegiatan peternakan, perikanan maupun pertanian.

### 2.3 Beban Pencemaran

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 28 tahun 2009, beban pencemaran merupakan jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah. Beban pencemaran suatu limbah dapat dilihat berdasarkan konsentrasi unsur pencemar yang berada dalam perairan tersebut. Beban masukan limbah ke perairan waduk dapat menyebabkan terjadinya pencemaran dan penurunan kualitas air. Beban masukan limbah tersebut seperti limbah penduduk, pertanian, peternakan, industri serta adanya aktivitas dari masyarakat sekitar. Apabila beban pencemaran yang masuk ke waduk sangat besar, dan waduk tidak mampu melakukan *self-purification*, mengakibatkan kualitas air waduk menjadi menurun. Limbah penduduk merupakan sumber pencemar perairan yang banyak mengandung zat nutrisi Nitrogen dan Fosfat.

Menurut Brahmana (2017), Waduk yang banyak menerima beban pencemaran seperti limbah organik, anorganik dan logam – logam dari DAS atau aktivitas budidaya perikanan akan mengakibatkan terjadinya perubahan kualitas airnya ke arah kurang baik, terutama sudah melampaui beban daya tampungnya. Menurut Peraturan Pemerintah No.28 tahun 2009, Daya tampung beban

pencemaran merupakan batas kemampuan sumberdaya air untuk menerima masukan beban pencemaran yang tidak melebihi batas syarat kualitas air untuk berbagai peruntukannya. Pendugaan beban masukan limbah yang masuk ke dalam Waduk Selorejo ini bersumber dari daratan (antropogenik), dikarenakan di Waduk Selorejo sekarang ini tidak terdapat KJA sebagai kegiatan budidaya. Apabila beban limbah yang masuk ke perairan melebihi jumlah daya tampung beban pencemarannya maka perairan tersebut dikatakan tercemar. Perhitungan beban pencemaran dapat dihitung berdasarkan Metode LOICZ yang digunakan untuk menentukan jumlah alokasi beban limbah dari DAS serta perhitungan dengan menentukan daya tampung beban pencemaran pada waduk.

#### **2.4 Indikator Beban Pencemaran**

Pencemaran pada waduk dapat menyebabkan kerugian bagi manusia itu sendiri dan makhluk hidup lainnya. Selain itu juga dapat menambah beban pencemaran pada waduk. Menurut Nugraha (2007), salah satu indikator adanya pencemaran di perairan dapat berdasarkan nilai BOD dan COD, dimana semakin tinggi nilai BOD dan COD menunjukkan perairan tersebut tercemar. Akumulasi BOD dan COD dari sumber pencemar yang masuk ke dalam waduk akan menimbulkan beban pencemaran sehingga akan menurunkan daya tampung beban pencemaran. Selain nilai BOD dan COD, nilai Total P juga sebagai indikator dalam menentukan pencemaran di suatu perairan.

Menurut Boavida dan Marques (1996), Total Fosfat dapat berasal dari luar perairan seperti melalui masukan limbah dari aliran sungai, industri maupun kegiatan pertanian. Total fosfat biasanya digunakan sebagai indikator untuk menentukan pencemaran dengan menilai tingkat eutrofikasi akibat dari pengayaan nutrisi berlebihan di suatu perairan. Apabila jumlah total fosfat tinggi akan menyebabkan pencemaran bahan organik tinggi dan oksigen terlarut dalam

perairan akan menurun sehingga dapat mengganggu kelangsungan hidup organisme perairan. Pendugaan kuantitatif beban limbah yang berada pada Waduk Selorejo yaitu bersumber dari daratan (antropogenik) karena tidak adanya KJA pada Waduk Selorejo.

## **2.5 Kualitas Air**

### **2.5.1 Fisika Perairan**

#### **a) Suhu**

Suhu air dapat mempengaruhi sifat fisika, kimia maupun biologi perairan. Secara biologi suhu air dapat mempengaruhi kehidupan plankton dan fisiologis ikan (Triyatmo, 2001). Suhu dinyatakan dalam satuan derajat celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) atau derajat Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ). Cahaya matahari yang masuk ke perairan akan mengalami penyerapan dan perubahan menjadi energi panas. Proses penyerapan cahaya ini berlangsung secara lebih intensif pada bagian lapisan permukaan air. Hal tersebut menyebabkan lapisan permukaan perairan memiliki suhu yang lebih tinggi (lebih panas) dan densitas yang lebih kecil dibandingkan dengan suhu lapisan dalam perairan (Effendi, 2003). Peningkatan suhu juga menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, misalnya oksigen, karbondioksida, nitrogen, dan metana.

Menurut Boyd (1990), menyatakan bahwa di perairan tropis ikan akan tumbuh dengan baik pada suhu  $25^{\circ} - 32^{\circ} \text{C}$ . Perubahan suhu dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti waktu pada saat pengukuran dan kondisi cuaca pada saat pengukuran. Suhu air dapat mempengaruhi produktivitas primer perairan, dengan meningkatnya suhu di perairan juga akan diikuti oleh meningkatnya aktivitas metabolisme dan fotosintesis.

#### **b) Kecerahan**

Menurut Sari dan Usman (2012), kecerahan perairan adalah suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada

kedalaman tertentu. Tinggi rendahnya nilai kecerahan pada perairan Waduk dipengaruhi oleh keberadaan limbah domestik yang dapat mengganggu masuknya sinar matahari kedalam kolom perairan, juga dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengamatan dan kondisi perairan tersebut. Kecerahan berfungsi untuk mengetahui proses asimilasi dalam air, bagian air yang tidak keruh, agak keruh, dan paling keruh.

Kecerahan dapat ditentukan dengan menggunakan *secchi disk*. Nilai kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh keberadaan padatan tersuspensi, keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, zat-zat terlarut, partikel-partikel dan warna air (Effendi, 2003). Kecerahan sangat berhubungan erat dengan produktivitas primer, karena merupakan faktor penting terhadap laju fotosintesis dimana nilai kecerahan berhubungan dengan kedalaman sebagai berlangsungnya proses fotosintesis.

### 2.5.2 Kimia Perairan

#### a) pH

Menurut Rudiyaniti dan Ekasari (2009), pH air merupakan tingkat konsentrasi ion hidrogen yang ada dalam perairan. pH merupakan parameter kualitas air yang sangat penting dalam ekosistem perairan. perubahan nilai pH dapat ditentukan oleh aktivitas fotosintesis dan respirasi yang ada dalam ekosistem perairan, dengan adanya proses tersebut pH di perairan akan berubah menjadi asam atau basa (Izzati, 2008). Rendah dan tingginya nilai pH di perairan dapat disebabkan oleh adanya proses penguraian bahan organik di perairan. Perubahan nilai derajat keasaman atau pH dapat terjadi karena berlimpahnya senyawa-senyawa kimia yang bersifat polutan maupun bukan polutan, sebagian besar biota perairan sensitif terhadap perubahan nilai pH dan sebagian besar

tumbuhan air bisa mati karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH yang rendah (Susana, 2009).

pH yang baik bagi kehidupan biota air tawar adalah antara 6,8 – 8,5. pH yang sangat rendah dapat menyebabkan kelarutan logam-logam dalam air makin besar dan bersifat toksik bagi organisme air, sebaliknya pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak dalam perairan yang juga bersifat toksik bagi organisme air (Tatangindatu *et al.*, 2013). Apabila nilai pH tergolong baik maka kehidupan organisme di suatu perairan dapat berlangsung secara normal baik itu hewan maupun tumbuhan dan pada kondisi tersebut proses-proses kimia dan mikrobiologis yang menghasilkan senyawa berbahaya serta mengganggu kelestarian lingkungan tidak terjadi

b) Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Menurut Effendi (2003), oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam perairan. Oksigen terlarut dalam perairan merupakan salah satu parameter kualitas air yang paling kritis bagi organisme perairan. Suatu perairan dapat mendukung kehidupan ikan dengan layak dan kegiatan perikanan berhasil apabila kandungan oksigen terlarutnya tidak kurang dari 4 mg/l. Menurut Abida (2008) ,menyatakan bahwa oksigen terlarut penting dalam pertumbuhan fitoplankton dalam berfotosintesis, sehingga mampu meningkatkan produktivitas primer. Oksigen terlarut dapat berasal dari hasil difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktifitas fotosintesis oleh tumbuhan fitoplankton.

Oksigen terlarut diperlukan untuk kelangsungan hidup organisme di perairan, oksigen terlarut juga diperlukan dalam proses dekomposisi senyawa-senyawa organik menjadi senyawa anorganik. Menurut Patty *et.al* (2015), menurunnya kadar oksigen terlarut di perairan menyebabkan terganggunya ekosistem perairan dan mengakibatkan semakin berkurangnya populasi biota. Konsentrasi

oksigen terlarut antara 3,0 mg/l – 5 mg/l sudah tergolong baik, kadar oksigen terlarut diatas 7 mg/l termasuk produksi tinggi dan untuk kandungan terendahnya adalah 2 mg/l. Nilai baku mutu oksigen terlarut di suatu perairan yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia yaitu berkisar 7-8,4 mg/L (KEPMENLH No. 51 Tahun 2004).

b) BOD

BOD (*Biological Oxygen Demand*) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air. BOD digunakan untuk mengukur secara relatif jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan yang ada di perairan. Peningkatan konsumsi oksigen yang tinggi ditunjukkan dengan penurunan sisa oksigen terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi (Fardiaz, 1992).

Perairan waduk yang memiliki konsentrasi BOD<sub>5</sub> 4- 6 mg/L termasuk belum tercemar oleh kegiatan perikanan. Nilai BOD menunjukkan seberapa besar oksigen yang telah digunakan oleh mikroba untuk memecah bahan pencemar organik di perairan. Nilai BOD yang tinggi mengindikasikan bahwa perairan tersebut tercemar, sedangkan nilai BOD yang normal tidak melebihi baku mutu menunjukkan bahwa perairan tersebut tidak tercemar (Saksena *et.al.*, 2008).

c) COD

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oksidator untuk mengoksidasi bahan atau zat organik dan anorganik dalam satu liter air limbah. Menurut Effendi (2003), perairan yang memiliki nilai COD kurang dari 20 mg/L termasuk perairan tidak tercemar. Sedangkan untuk perairan yang tercemar mempunyai nilai COD lebih dari 200 mg/L dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/L. Peningkatan nilai COD mengindikasikan

banyaknya senyawa kimiawi yang ada di dalam perairan dan sebaliknya penurunan nilai COD mengindikasikan rendahnya senyawa kimiawi yang ada di dalam perairan.

Menurut Pujiastuti *et.al* (2013), konsentrasi COD 20 – 37 mg/L memenuhi syarat untuk kegiatan perikanan. Besarnya konsentrasi COD disebabkan oleh banyak atau sedikitnya bahan pencemar yang masuk ke perairan. Apabila nilai COD tinggi mengindikasikan besarnya tingkat pencemaran yang terjadi dan untuk melakukan proses oksidasi dari bahan pencemar tersebut membutuhkan oksigen dalam jumlah yang besar, sehingga oksigennya menjadi rendah. Pengukuran COD dilakukan karena termasuk pencemaran kimia seperti pencemaran oleh pestisida dari kegiatan pertanian.

#### d) Nitrat

Nitrat merupakan unsur hara untuk laju pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat nitrogen mudah larut dalam air dan bersifat stabil (Effendi, 2003). Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Kehadiran nitrat dalam perairan dapat berasal dari pembusukan sisa tanaman dan hewan air. Kadar nitrat yang sangat tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas air, rendahnya oksigen terlarut, penurunan populasi ikan, bau busuk, dan rasa tidak enak.

Kadar nitrat yang lebih dari 5 mg/L menggambarkan telah terjadinya pencemaran (Tatangindatu *et. al.*, 2013). Pencemaran tersebut dapat berasal dari kegiatan antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan. tetapi jika kadar nitrat berlebih akan menyebabkan terjadinya eutrofikasi perairan atau blooming, dimana pertumbuhan fitoplankton tidak terkendali.

Konsentrasi nitrat yang lebih tinggi seringkali menunjukkan adanya pengaruh kandungan nitrogen yang ada dalam pupuk jika ion  $\text{NO}_3$  tidak sempurna diserap oleh tanah.

e) Orthofosfat

Fosfor didalam perairan terdiri dari bentuk senyawa fosfat, yang terdiri atas fosfat terlarut dan fosfat partikulat. Fosfat terlarut terbagi atas fosfat organik dan fosfat anorganik yaitu ortofosfat dan polifosfat (Rumhayati, 2010). Fosfor sangat penting untuk kehidupan organisme perairan karena dapat digunakan sebagai nutrien dan berfungsi dalam penyimpanan dan transfer energi dalam sel. Ortofosfat merupakan bentuk fosfat yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami proses hidrolisis membentuk ortofosfat terlebih dahulu sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfat. Ortofosfat yang merupakan produk ionisasi dari asam ortofosfat adalah bentuk fosfat yang paling sederhana di perairan (Effendi, 2003).

Menurut Patty (2014), tinggi rendahnya kadar fosfat di suatu perairan dapat dijadikan sebagai indikator dalam tingkat kesuburan perairan. Menurut Arizuna *et al.* (2014), kandungan fosfat di suatu daerah estuari selain berasal dari perairan itu sendiri juga tergantung kepada keadaan sekelilingnya, seperti sumbangan dari daratan melalui sungai ke perairan tersebut, Fosfat merupakan nutrien penting yang diperlukan oleh organisme akuatik.

f) Total P

Fosfat adalah nutrisi yang digunakan oleh organisme untuk pertumbuhan. Fosfat berasal dari berbagai sumber termasuk dari pupuk pertanian, air limbah domestik, deterjen maupun limbah industri. Menurut Vollenweider (1976) telah menunjukkan bahwa fosfat berperan dalam proses eutrofikasi perairan. Peningkatan konsentrasi fosfat dan nitrat nitrogen di perairan dapat

meningkatkan produktivitas perairan (Pandit dan Yousuf., 2002). Beban fosfat yang masuk ke perairan dapat mempengaruhi konsentrasi total fosfat. Total fosfat (TP) merupakan jumlah semua bentuk fosfat dalam bentuk fosfat terlarut maupun fosfat partikulat. Konsentrasi total fosfat biasanya digunakan untuk menilai tingkat eutrofikasi akibat dari pengayaan nutrisi berlebihan di suatu perairan.

Sumber TP di perairan berasal dari luar perairan diantaranya melalui masukan air tawar dari sungai, industri, dan pengolahan pertanian (Yanagi, 1999). Selain itu, sumber TP juga berasal dari dalam perairan misalnya dari hasil proses dekomposisi fosfat organik pada tumbuh-tumbuhan, hewan-hewan, mikroorganisme maupun buangan kotoran atau feses dari ikan yang ada di dalam perairan. Menurut Alianto *et.al* (2016), sebaran dan distribusi total fosfat di perairan dipengaruhi oleh proses-proses biologi dan fisik. Total fosfat yang memiliki konsentrasi tinggi menandakan adanya masukan bahan pencemar yang cukup banyak di perairan.

g) Amonia

Amonia ( $\text{NH}_3$ ) merupakan gas yang tidak berwarna dengan bau tajam yang khas. Amonia akan teroksidasi dan bereaksi menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat. Menurut Sayekti *et.al* (2015), Amonia yang terukur di perairan berupa ammonia total ( $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$ ). Amonia bebas ( $\text{NH}_3$ ) yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas ammonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu. Amonia dalam perairan dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik, reduksi nitrat oleh bakteri dan kegiatan pemupukan dan ekskresi organisme yang ada di dalamnya (Boyd, 1982).

Amonia yang masuk ke dalam perairan dalam bentuk bebas melalui pupuk, hasil ekskresi ikan dan hasil penguraian senyawa nitrogen oleh mikroba. Keberadaan amoniak dalam air dengan konsentrasi tinggi mengindikasikan adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik maupun limpasan pupuk pertanian (Effendi, 2003). Menurut Pescod (1973), menyarankan agar kandungan amonia dalam suatu perairan tidak lebih dari 1 mg/L, yaitu agar kehidupan ikan menjadi normal.

### **2.5.3 Parameter Biologi**

#### **a) Fitoplankton**

Plankton merupakan organisme mikroskopis yang melayang-layang dalam air dan mempunyai kemampuan renang yang sangat lemah serta pergerakannya selalu dipengaruhi oleh arus air. Plankton terdiri atas fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton merupakan organisme pertama yang terganggu karena adanya beban masukan yang diterima oleh perairan. Ini disebabkan karena fitoplankton adalah organisme pertama yang memanfaatkan langsung beban masukan tersebut. Oleh karena itu, perubahan yang terjadi dalam perairan sebagai akibat dari adanya beban masukan yang ada akan menyebabkan perubahan pada komposisi, kelimpahan, dan distribusi dari komunitas fitoplankton. Maka dari itu, keberadaan fitoplankton dapat dijadikan sebagai indikator perairan karena sifat hidupnya yang relatif menetap, jangka hidup yang relatif panjang dan mempunyai toleransi spesifik pada lingkungan (Apridayanti, 2008).

Menurut Suherman (2005), zooplankton merupakan konsumen pertama yang memanfaatkan produksi primer yang dihasilkan oleh fitoplankton. Peranan zooplankton sebagai konsumen pertama yang menghubungkan fitoplankton dengan karnivora kecil maupun besar, dapat mempengaruhi kompleks atau

tidaknya rantai makanan di dalam ekosistem perairan. Pola penyebaran dan struktur komunitas zooplankton dalam suatu perairan dapat dipakai sebagai salah satu indikator biologi dalam menentukan perubahan kondisi suatu perairan. Dengan mengetahui keanekaragaman plankton yang dimiliki oleh suatu ekosistem perairan akan dapatlah diketahui tingkat kesuburan dan tingkat pencemaran dari perairan tersebut.

## 2.6 Skoring Parameter Kualitas Air

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no.115 tahun 2003, Status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan. Penentuan status mutu air dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu Metode STORET dan metode Indeks pencemaran. Klasifikasi kelas mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah No.82 tahun 2001, dapat diklasifikasikan menjadi empat kelas, yaitu sebagai berikut :

- a) Kelas I, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b) Kelas II, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c) Kelas III, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

d) Kelas IV, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Menurut Rizky *et.al* (2015), untuk mengetahui suatu perairan tercemar atau tidak tercemar harus dilakukan analisis kualitas air. Analisis kualitas air meliputi parameter fisika, kimia dan biologi. Semua parameter tersebut harus seimbang agar tetap dapat menunjang keberlangsungan hidup organisme yang hidup dalam perairan tersebut.

### 2.6.1 Metode STORET

Analisis kualitas air untuk menentukan status pencemaran dapat ditentukan menggunakan Metode STORET. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003, Metode STORET merupakan salah satu metode untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan, dengan metode STORET ini dapat diketahui tingkatan klasifikasi kelas mutu parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. Secara prinsip metode STORET adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna untuk menentukan status mutu air. Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari "US-EPA (*Environmental Protection Agency*) dengan mengklasifikasikan mutu air dalam 4 kelas yaitu : (1) Kelas A : baik sekali, skor 0 = kategori memenuhi baku mutu (2) Kelas B : baik, skor = -1 s/d -10 kategori cemar ringan (3) Kelas C : sedang, skor = -11 s/d -30 kategori cemar sedang dan (4) Kelas D : buruk, skor =  $\geq$  -31 kategori cemar berat.

Status mutu air digunakan untuk mengetahui suatu perairan tercemar atau tidak tercemar, dengan banyaknya beban pencemar yang masuk akan mengindikasikan perairan tersebut tergolong tercemar. Perhitungan total beban

pencemaran dapat dihitung berdasarkan pendugaan jumlah alokasi beban limbah yang masuk ke perairan yaitu dengan mengetahui kadar P total. Hal ini sesuai dengan Juantari *et.al* (2013), yang menyatakan bahwa jika dalam satu tahun terdapat jumlah kadar P lebih banyak dari beban maksimalnya, maka perairan waduk tersebut sudah bisa dibilang dalam keadaan tercemar.

Perhitungan beban pencemaran di Waduk Selorejo dihitung berdasarkan pendugaan jumlah alokasi beban limbah dari kegiatan non budidaya yaitu beban limbah yang masuk ke perairan melalui aliran sungai. Setelah diketahui jumlah alokasi beban limbah maka melakukan perhitungan jumlah daya tampung beban pencemaran untuk mengetahui kondisi perairan tercemar maupun tidak tercemar. Menurut Gordon *et .,al* (1996), Metode LOICZ digunakan untuk mengetahui pendugaan limbah N dan P yang bersumber dari daratan atau kegiatan non budidaya. Salah satu tujuan Metode LOICZ adalah untuk mempelajari bagaimana perubahan pemanfaatan lahan, iklim, muka air laut, dan aktivitas manusia yang mempengaruhi fluks material yang dihasilkan dari suatu wilayah yang pada akhirnya melalui sungai dan akan mempengaruhi wilayah pesisir.

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi yang dibahas dalam penelitian ini adalah tentang analisis kualitas air di Waduk Selorejo dan pendugaan total beban pencemar yang terdapat di Waduk Selorejo. Sedangkan untuk pengukuran parameter kualitas air meliputi parameter fisika, kimia dan biologi. Parameter fisika antara lain suhu dan kecerahan. Parameter kimia antara lain DO, BOD, COD, Nitrat, Orthofosfat, Amonia dan total P. Parameter biologi yaitu Plankton. Hasil pengukuran parameter kualitas air tersebut di analisis dengan Metode STORET menggunakan aplikasi QGIS dengan cara melakukan Interpolasi. Menurut NCGIA (2007), Intepolasi data menggunakan metode IDW (*Inverse Distance Weighting*) yaitu metode sederhana dengan memepertimbangkan titik disekitarnya dengan mengasumsikan bahwa nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Analisis beban pencemaran berdasarkan pendugaan Total N (TN) dan Total P (TP) dari buangan limbah non budidaya yang mengacu pada metode yang dikembangkan oleh Land Ocean Interaction in the Coastal Zone (LOICZ) Project (Diego-Mcglone) dan berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.28 tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Dan/atau Waduk.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini Metode Survey dengan pendekatan deskriptif kuantitatif yaitu dengan melakukan pengumpulan data,

analisis data dan intepetasi data yang bertujuan untuk membuat deskripsi mengenai keadaan lokasi penelitian. Menurut Arikunto (2003), metode survey bertujuan untuk mencari status (kedudukan), fenomena (gejala) dan menentukan kesamaan status dengan cara membandingkannya dengan standar yang telah ditentukan. Metode ini dapat digunakan untuk penelitian yang bersifat deskriptif atau penggambaran kondisi lapang yang sesungguhnya. Pengambilan data sampel di Waduk Selorejo yaitu dengan pengambilan sampel secara langsung pada lokasi penelitian.

### **3.4 Teknik Pengumpulan Data**

#### **3.4.1 Data Primer**

Menurut Sarwono (2006), data primer biasanya didapat melalui wawancara atau pengamatan langsung di lapang, untuk mendapatkannya seorang peneliti harus mengumpulkannya secara langsung. Data ini berupa data hasil pengujian kegiatan yang berlangsung aupun hasil pengamatan. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini meliputi hasil pengamatan secara langsung di lapangan yaitu dalam penentuan titik stasiun pengamatan menggunakan GPS (*Global Positioning System*), cara pengambilan sampel langsung di Waduk Selorejo, data kualitas air parameter fisika, kimia dan biologi serta data hasil perhitungan beban pencemaran di Waduk Selorejo. Pengukuran parameter kualitas air tersebut dilakukan sebanyak 3 kali pada bulan Januari-Februari 2019.

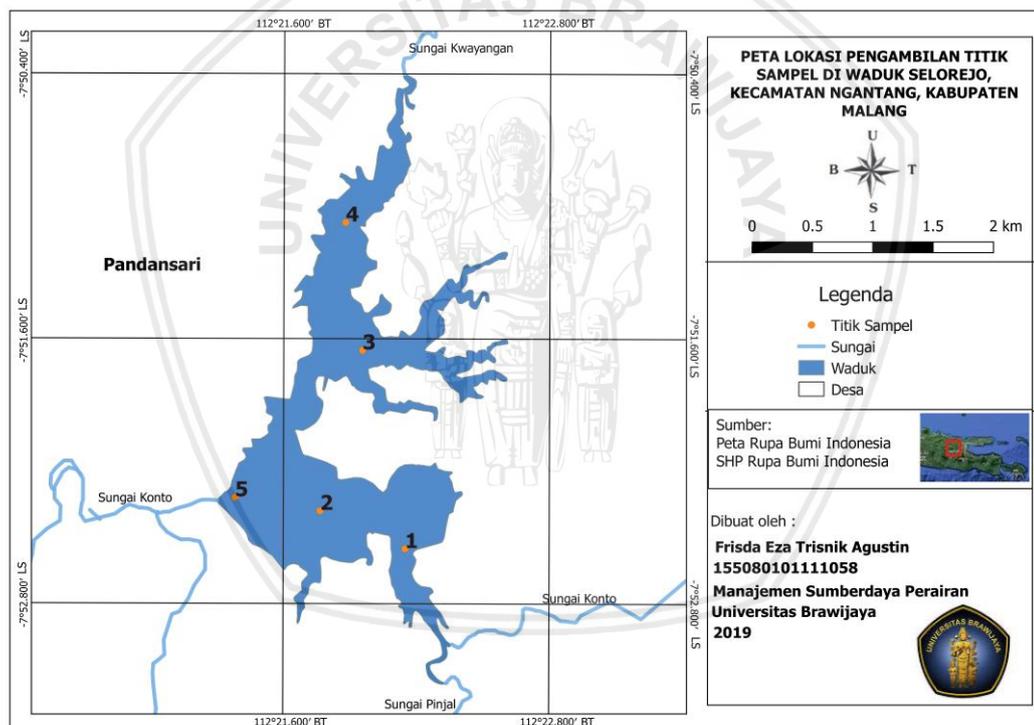
#### **3.4.2 Data Sekunder**

Menurut Hasan (2002), data sekunder diperoleh dari sumber yang sudah ada dengan begitu lebih gampang untuk didapat tetapi data ini secara keseluruhan tidak bisa menjawab semua permasalahan yang ada. Data sekunder yang digunakan untuk menunjang penelitian ini yaitu bersumber pada literatur dari lembaga atau instansi terkait seperti Peraturan Pemerintah (PP), Standar

Nasional Indonesia (SNI), Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang dan literatur lainnya. Data sekunder lainnya berupa hasil wawancara dengan masyarakat yang tinggal di daerah sekitar Waduk Selorejo, Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. Data primer ini berfungsi sebagai pendukung data primer.

### 3.5 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi penelitian berada di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang. Waduk Selorejo terletak pada  $7^{\circ}51'55''$  LS dan  $112^{\circ}21'40''$  BT dan berada pada ketinggian kurang lebih 618 m di atas permukaan laut. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Lokasi Penelitian di Waduk Selorejo

Keterangan :

Stasiun 1 : merupakan daerah aliran masuk Sungai Konto dan Sungai Pinjal

Stasiun 2 : merupakan daerah tengah waduk

Stasiun 3 : merupakan daerah tengah waduk dekat dengan stasiun 4

- Stasiun 4 : merupakan daerah aliran masuk Sungai Kwayangan
- Stasiun 5 : merupakan daerah pengeluaran air waduk dekat dengan PLTA (aliran air keluar ke Sungai Konto untuk irigasi)

### 3.6 Penentuan Stasiun Pengamatan

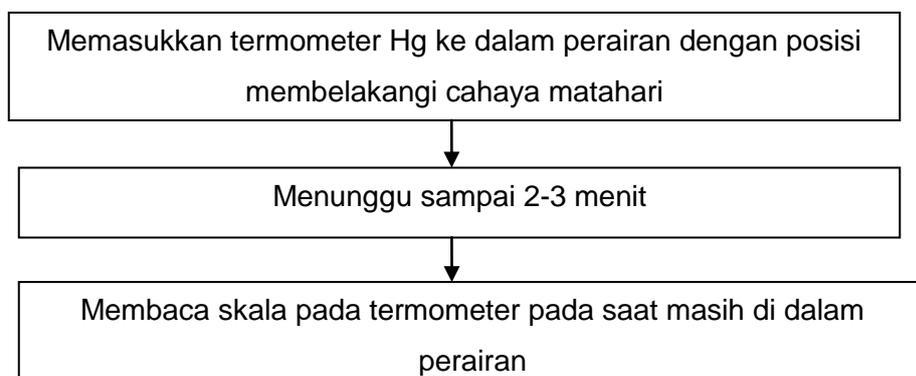
Pada penelitian ini, pengambilan sampel dilakukan pada bulan Februari 2019 di Waduk Selorejo, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Pengambilan sampel dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 3 minggu. Hasil observasi langsung di lapangan diperoleh penentuan lokasi pengambilan sampel yaitu terdapat 5 stasiun pengambilan sampel. Metode yang digunakan dalam menentukan lokasi/stasiun penelitian adalah *Purpossive Random Sampling* yaitu dengan cara memilih 5 stasiun penelitian berdasarkan rona lingkungan yang dianggap sesuai dengan tujuan penelitian. Menurut Sugiyono (2012), *Purposive Random Sampling* merupakan teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (acak terpilih) pada stasiun pengamatan. Penetapan stasiun ini berdasarkan perbedaan penggunaan lahan oleh masyarakat.

### 3.7 Pengukuran Kualitas Air

#### 3.7.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer Hg dengan prosedur sebagai berikut:



↓

Mencatat dalam skala °C

b. Kecerahan

Menurut Arizuna *et.al* (2014), pengukuran kecerahan menggunakan secchi disk yaitu dengan cara :

Secchi disk dimasukkan ke dalam perairan hingga batas kelihatan atau batas tidak nampak pertama kali (D1)

↓

Secchi disk dimasukkan lebih dalam lagi dan pelan-pelan ditarik kembali sampai nampak pertama kali (D2)

↓

$$\text{Kecerahan (cm)} = \frac{D1 + D2}{2}$$

### 3.7.2 Parameter Kimia

a. Ph

Pengukuran pH menggunakan pH paper, prosedur pengukuran pH menggunakan pH paper adalah sebagai berikut :

Memasukkan pH paper ke dalam perairan

↓

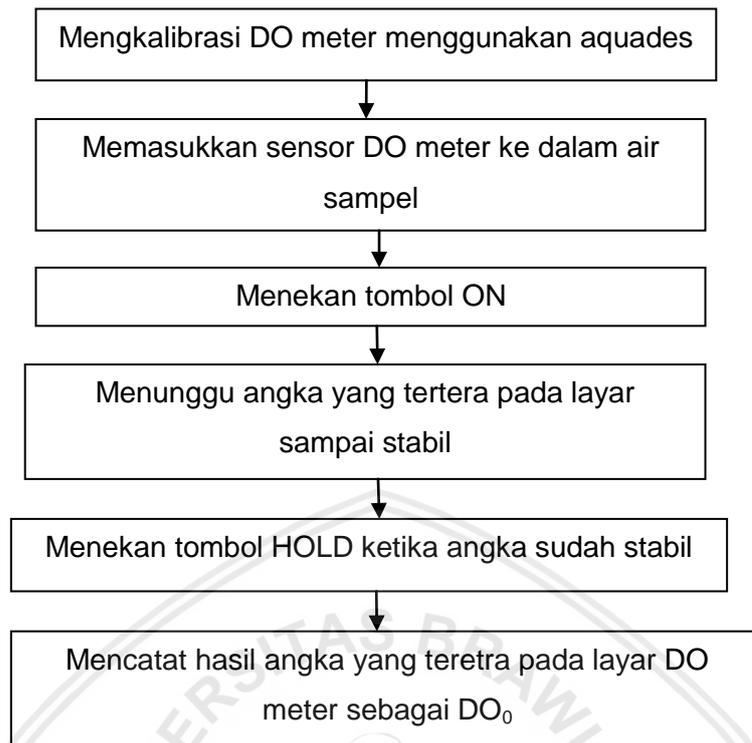
Menunggu sampai 2-3 menit

↓

Mengangkat dan mengkibas-kibaskan pH paper, lalu dicocokkan dengan kotak standar pH

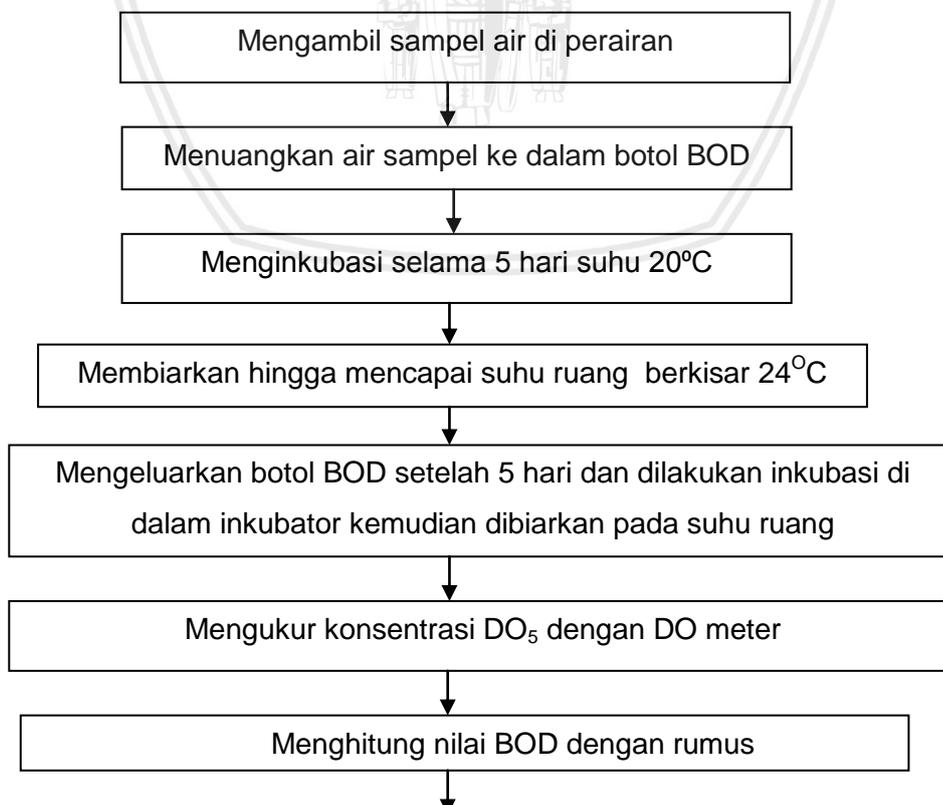
b. DO (*Dissolved Oxygen*)

Menurut Standar Nasional Indonesia (2004), prosedur pengukuran oksigen terlarut sebagai berikut:



b. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Menurut Standar Nasional Indonesia (2009), prosedur pengukuran pengukuran BOD dapat dilakukan sebagai berikut :



$$\text{BOD} = \text{DO}_0 - \text{DO}_5$$

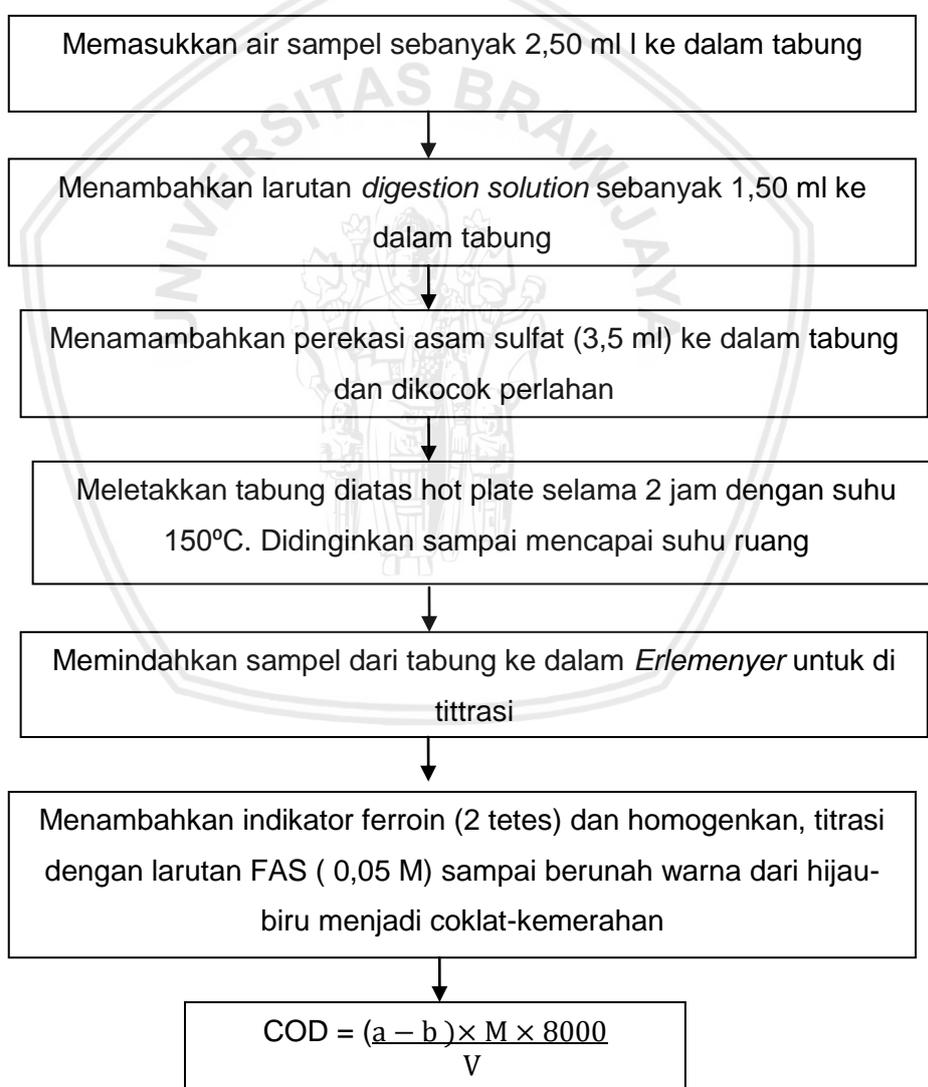
Keterangan :

$\text{DO}_0$  : konsentrasi  $\text{DO}_0$  awal sebelum inkubasi

$\text{DO}_5$  : konsentrasi  $\text{DO}_5$  setelah diinkubasi selama 5 hari

c. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Menurut Standar Nasional Indonesia (2009), Pengukuran COD dapat dilakukan dengan dengan cara sebagai berikut :



Keterangan :

a : volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (ml)

b : volume FAS yang dibutuhkan untuk contoh uji (ml)

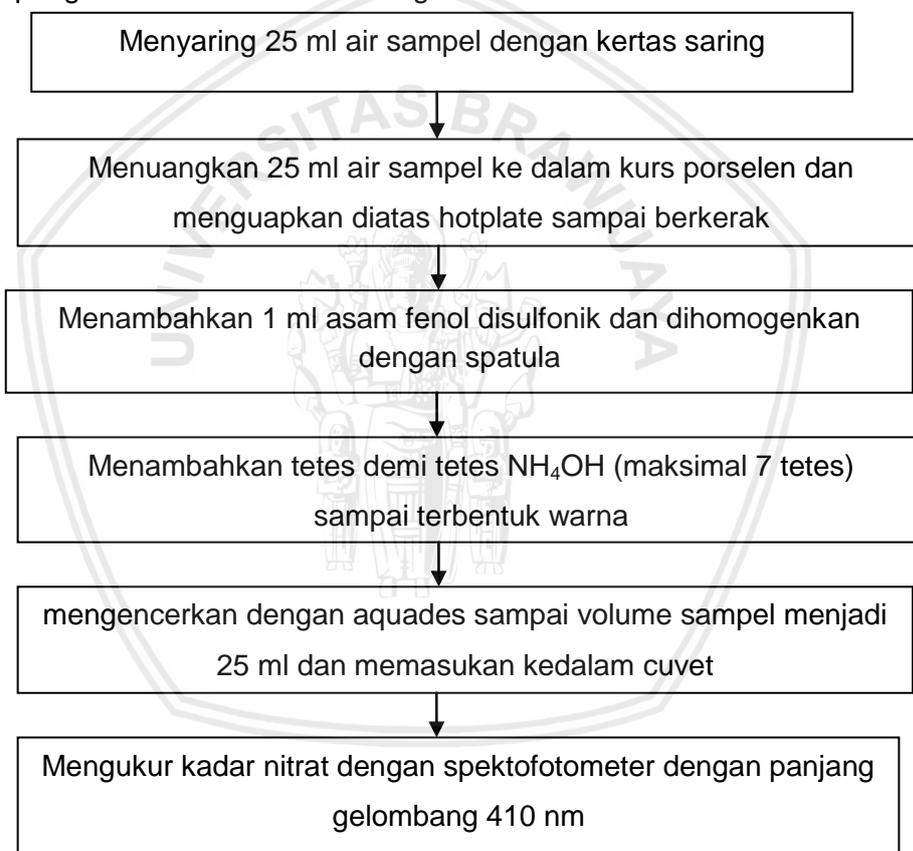
M : normalitas larutan FAS (0,05 N)

V : volume air sampel

8000 : mg ekuivalen oksigen x 1000ml/L

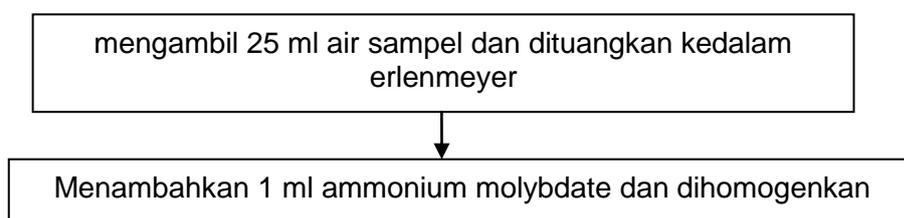
#### d. Nitrat

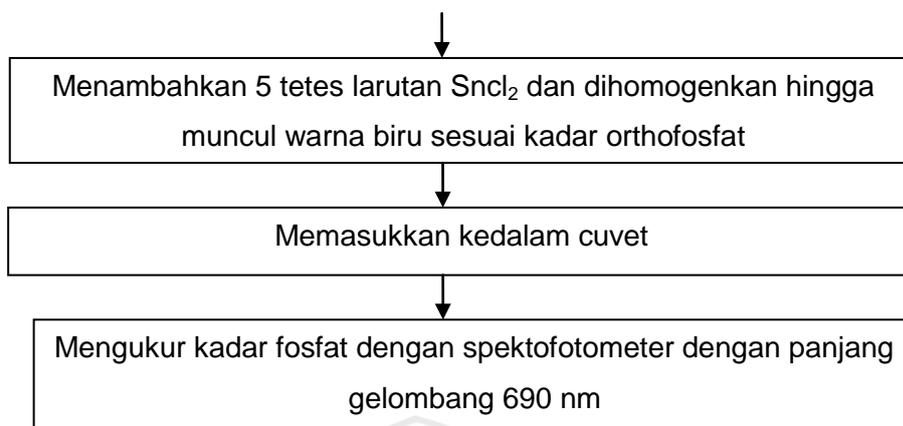
Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan sumber nutrisi utama bagi pertumbuhan fitoplankton. Menurut Boyd (1982) prosedur pengukuran nitrat adalah sebagai berikut :



#### e. Orthofosfat

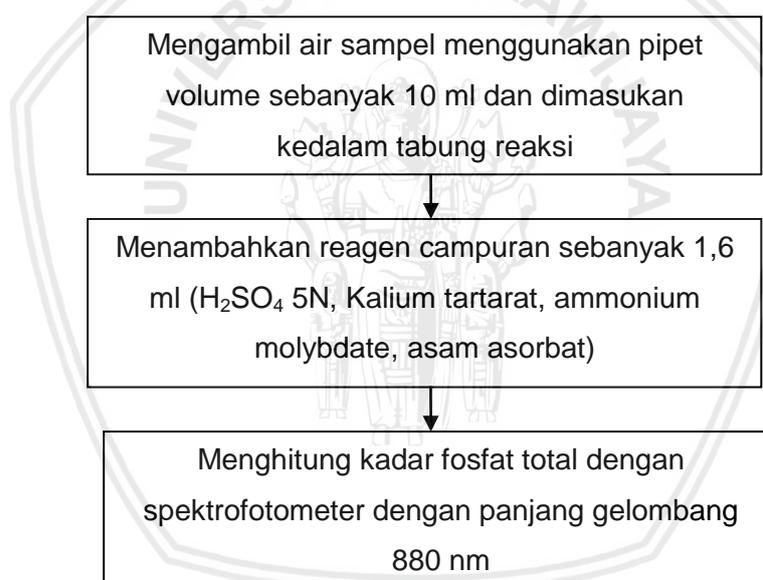
Menurut Boyd (1982), prosedur pengukuran Orthofosfat adalah sebagai berikut :





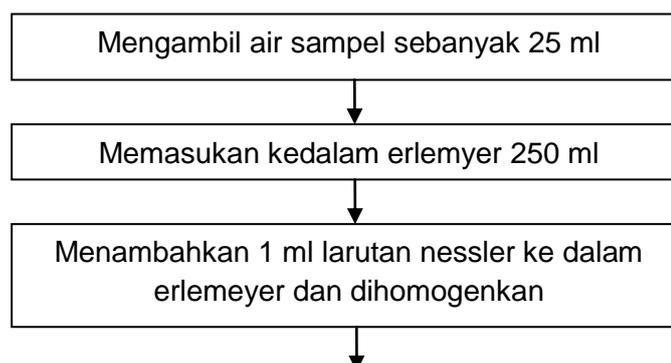
f. Total Fosfat

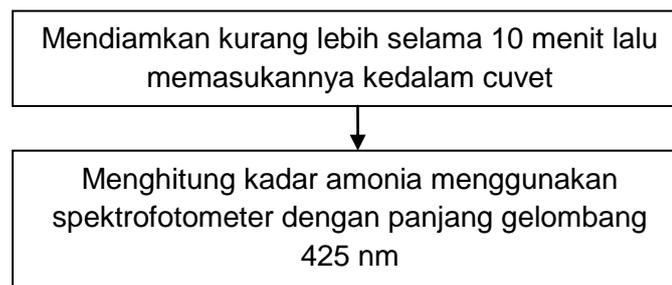
Prosedur pengukuran total fosfat dilakukan di Jasa Tirta I adalah sebagai berikut :



g. Amonia

Menurut Standar Nasional (SNI) (2005), prosedur pengkuran amonia adalah sebagai berikut :

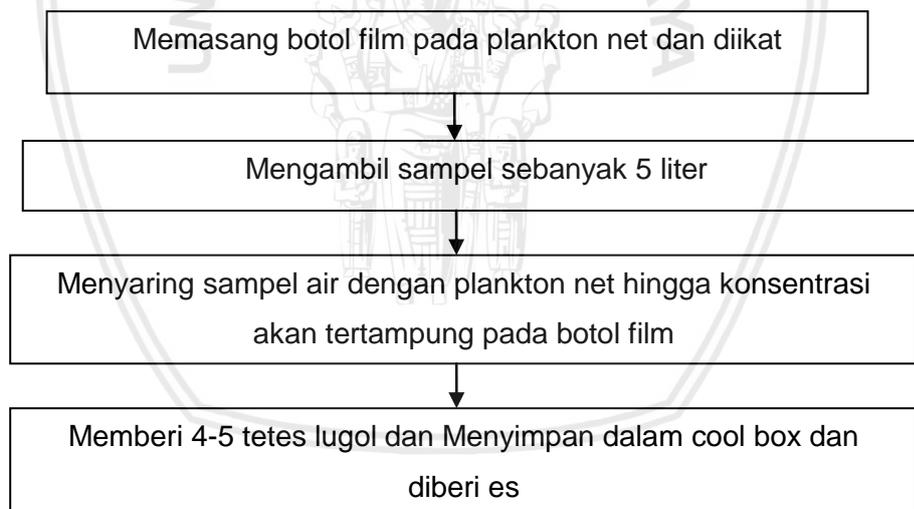




### 3.7.3 Parameter Biologi

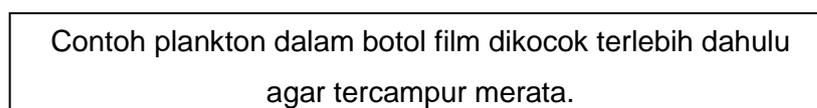
#### a. Pengambilan sampel plankton

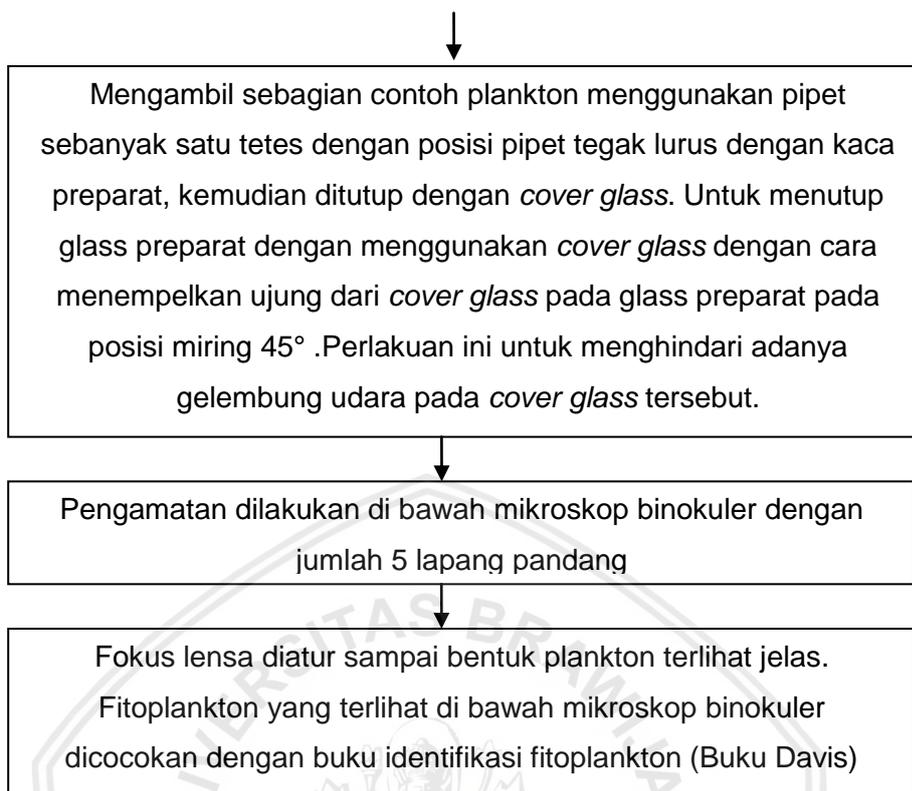
Pengambilan sampel plankton dari perairan yang paling mudah umumnya dapat dilakukan dengan menyaring sejumlah massa air dengan jaring halus. Pengambilan sampel plankton dilakukan secara horizontal dan vertikal (Prasetyaningtyas et. al., 2012). Pengambilan sampel plankton dilakukan dengan cara :



#### b. Pengamatan Sampel Fitoplankton

Pengamatan fitoplankton dilaboratorium dapat dilakukan dengan cara :





c. Kelimpahan Fitoplankton

Untuk mengetahui jumlah kelimpahan fitoplankton, digunakan metode pengamatan Lucky Drop dan mikroskop, dengan rumus kelimpahan sebagai berikut :

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

Keterangan :

T = Luas cover glass (mm<sup>2</sup>)

V = Volume konsentrat plankton dalam botol sampel (ml)

L = Luas lapang pandang dalam mikroskop (mm<sup>2</sup>)

v = Volume konsentrat plankton di bawah cover glass (ml)

P = Jumlah lapang pandang

W = Volume air sampel yang disaring (ml)

n = Jumlah plankton yang dalam bidang pandang

### 3.8 Analisis Data

#### 3.8.1 Metode STORET

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 tahun 2003, Metode STORET merupakan salah satu metode untuk menentukan status mutu air, dengan Metode STORET dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. Secara prinsip Metode STORET adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air. Metode STORET digunakan karena untuk mengetahui jarak antara nilai deviasi yang menunjukkan semakin tinggi semakin tercemar (varian). Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari "US-EPA (*Environmental Protection Agency*)" dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu :

- (1) Kelas A : baik sekali, skor = 0 → memenuhi baku mutu
- (2) Kelas B : baik, skor = -1 s/d -10 → tercemar ringan
- (3) Kelas C : sedang, skor = -11 s/d -30 → tercemar sedang
- (4) Kelas D : buruk, skor  $\geq$  -31 → tercemar berat

- Prosedur Penggunaan :

Penentuan status mutu air dengan menggunakan Metode STORET dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Melakukan pengumpulan data kualitas air dan debit air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (time series data).
2. Membandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air.
3. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran < baku mutu) maka diberi skor 0.

4. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu), maka diberi skor :

Tabel 1. Penentuan Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air

Jumlah contoh <sup>1)</sup>	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber : Canter (1977)

Catatan : <sup>1)</sup> jumlah parameter yang digunakan untuk penentuan status mutu air.

5. Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai.

Jika, dalam suatu perairan waduk belum ada baku mutu maka secara umum menggunakan klasifikasi kelas mutu air berdasarkan PP No.82 tahun 2001 yaitu pada Kelas II, dimana air yang peruntukannya digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Waduk selorejo dalam perhitungan menggunakan metode STORET berdasarkan baku mutu kelas II.,

### 3.8.2 Pendugaan Beban Limbah Non-Budidaya

Menurut peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk, beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah. Pendugaan beban limbah total N dan total P yang berasal dari kegiatan non budidaya mengacu pada metode yang dikembangkan oleh *Land Ocean Interaction in the Coastal Zone* (LOICZ) (Diego- McGlone) yang

diaplikasikan oleh Diego-McGlone (2006) dan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air dan/atau Waduk. Beberapa aktivitas antropogenik berpotensi memberikan kontribusi terhadap limbah organik antara lain pemukiman penduduk, peternakan, akuakultur dan pertanian. Pendugaan kuantitatif limbah yang bersumber dari daratan (*upland*) bisa berasal dari aktivitas pemukiman, peternakan maupun pertanian.

- Aktivitas Pemukiman

Besaran limbah organik (Total N dan P) yang berasal dari pemukiman, dihitung dengan cara sensus yaitu menghitung secara langsung jumlah penduduk yang bermukim disekitar waduk. Untuk mendapatkan besar kontribusi limbah yang terdiri dari limbah padat (kg/hari) dan limbah cair (liter/hari), maka jumlah penduduk tersebut dikalikan dengan koefisien limbah dari berbagai acuan antara lain dari 1) Sogreah (1974); 2) Padilla *et.al* (1997), dan 3) World Bank didalam Diego-McGlone (2006).

- Aktivitas Peternakan

Besaran volume limbah (Total N dan P) tersebut dihitung dengan menghitung secara langsung jumlah ternak yang berada atau dipelihara disekitarwaduk. Untuk mendapatkan besar kontribusi limbah yang terdiri dari limbah padat (kg/hari), maka jumlah ternak tersebut dikalikan dengan koefisien limbah dari berbagai acuan antara lain 1) WHO (1993); 2) Valiela *et.al* (1997) didalam Diego-McGlone (2006).

- Aktivitas Pertanian

Besaran volume limbah (Total N dan P) tersebut dihitung dengan menghitung secara langsung jumlah penduduk yang berada disekitar waduk. Untuk mendapatkan besar kontribusi limbah yang terdiri dari limbah padat (kg/hari),

maka jumlah penduduk tersebut dikalikan dengan koefisien limbah dari berbagai acuan dari Padilla *et.al* (1997) didalam Diego-McGlone (2006).

Tabel 2. Pendugaan Beban Limbah (Diego-McGlone *et al.*, 1999)

No	Jenis Aktivitas	Koefisien limbah	Sumber
1	Rumah tangga		
	- Limbah padat	1,86 kg N/org/th 0,37 kg P/org/th	1 2
	- Limbah domestik	4 kg N/org/th 1 kg P/org/th	3 3
	- Detergen	1 kg P/org/th	3
2	Peternakan		
	- Sapi	43,8 kgN/ekor/th 11,3 kg P/org/th	4 4
	- Kambing	4 kg N/org/th 21,5 kg P/org/th	4 4
	- Babi	7,3 kg N/org/th 2,3 kg P/org/th	4 4
	- Ayam	0,3 kg N/org/th 0,7 kg P/org/th	5 5
3	Pertanian		
	- Erosi lahan pertanian	1,68 kg N/org/th 0,04 kg P/org/th	2 2

Sumber : 1) Sogreah (1974); 2) Padilla *et al.* (1997); 3) World Bank (1993); 4) WHO (1993); 5) Valiela *et al.* (1997)

Penentuan level aktivitas ditentukan dengan beban limbah yang berasal dari kegiatan antropogenik dikalikan dengan level aktivitas yang diperoleh dari data sekunder dengan koefisien beban limbah. Penentuan level setiap aktivitas mengacu pada data sekunder dari data statistik kecamatan dan desa serta pengukuran langsung di lapang.

$$TN = \text{level aktivitas} \times \text{koefisien limbah}$$

$$TP = \text{level aktivitas} \times \text{koefisien limbah}$$

Jika yang tersedia hanya data BOD dan COD maka TN dan TP dapat diperkirakan dengan rasio yang dikemukakan berdasarkan (Diego-McGlone *et.al.*,1999) :

TN/BOD	: 0,5
TP/BOD	: 0,042
COD/BOD	: 2,6

Berdasarkan hal tersebut, untuk jumlah DIN dan DIP terhadap pendugaan limbah dapat diperkirakan dengan ratio yang dikemukakan oleh (Diego-McGlone *et al.*, 1999) adalah sebagai berikut :

Dengan asumsi bahwa 25% limbah yang masuk ke dalam perairan waduk.

DIN/TN	: 0,38
DIP/TP	: 0,5

Perhitungan Daya tampung beban pencemaran air waduk ditentukan dengan tahapan sebagai berikut :

(1) Morfologi dan Hidrologi Waduk

$$\hat{Z} = 100 \times V/A \dots\dots\dots (1)$$

$\hat{Z}$  = kedalaman rata-rata waduk (m)

V = volume air waduk

A = Luas perairan waduk (Ha)

$$\rho = Q_0 / V \dots\dots\dots (2)$$

$\rho$  = laju pergantian air waduk (1/tahun)

$Q_0$  = Jumlah debit air keluar waduk (juta m<sup>3</sup>/tahun), pada tahun kering

(2) Alokasi Beban Pencemaran Parameter Pa

$$[Pa]_{std} = [Pa]_i + [Pa]_{DAS} + [Pa]_d \dots\dots\dots (3)$$

$$[Pa]_d = [Pa]_{std} - [Pa]_i - [Pa]_{DAS} \dots\dots\dots (4)$$

$[Pa]_{std}$  = syarat kadar parameter Pa maksimal sesuai Baku Mutu Air atau Kelas Air (mg/m<sup>3</sup>)

$[Pa]_i$  = kadar parameter Pa hasil Pemantauan waduk (mg/m<sup>3</sup>)

$[Pa]_{DAS}$  = jumlah alokasi beban Pa dari DAS (mg/m<sup>3</sup>)

$[Pa]_d$  = alokasi beban Pa limbah kegiatan pada perairan waduk  
(mg.m<sup>3</sup>)

(3) Daya Tampung Beban Pencemaran Air Parameter Pa pada Air Waduk

$$L = \Delta[Pa]_d \hat{Z}p / (1-R) \dots\dots\dots (5)$$

$$R = 1 / (1 + 0,747p^{0,507}) \dots\dots\dots (6)$$

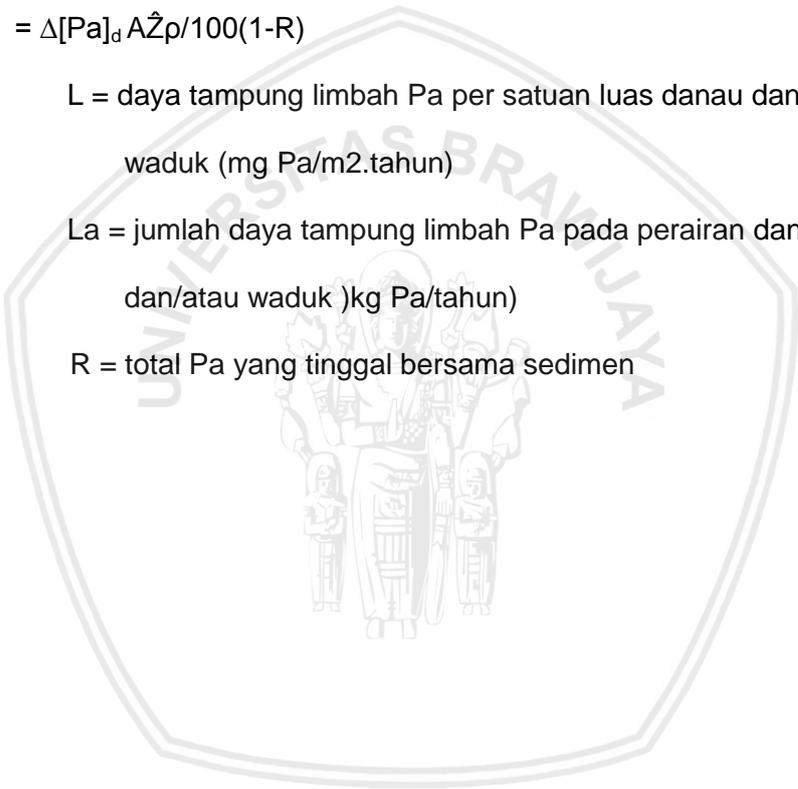
$$La = L \times A / 100 \dots\dots\dots (7)$$

$$= \Delta[Pa]_d A \hat{Z}p / 100(1-R)$$

L = daya tampung limbah Pa per satuan luas danau dan/atau waduk (mg Pa/m<sup>2</sup>.tahun)

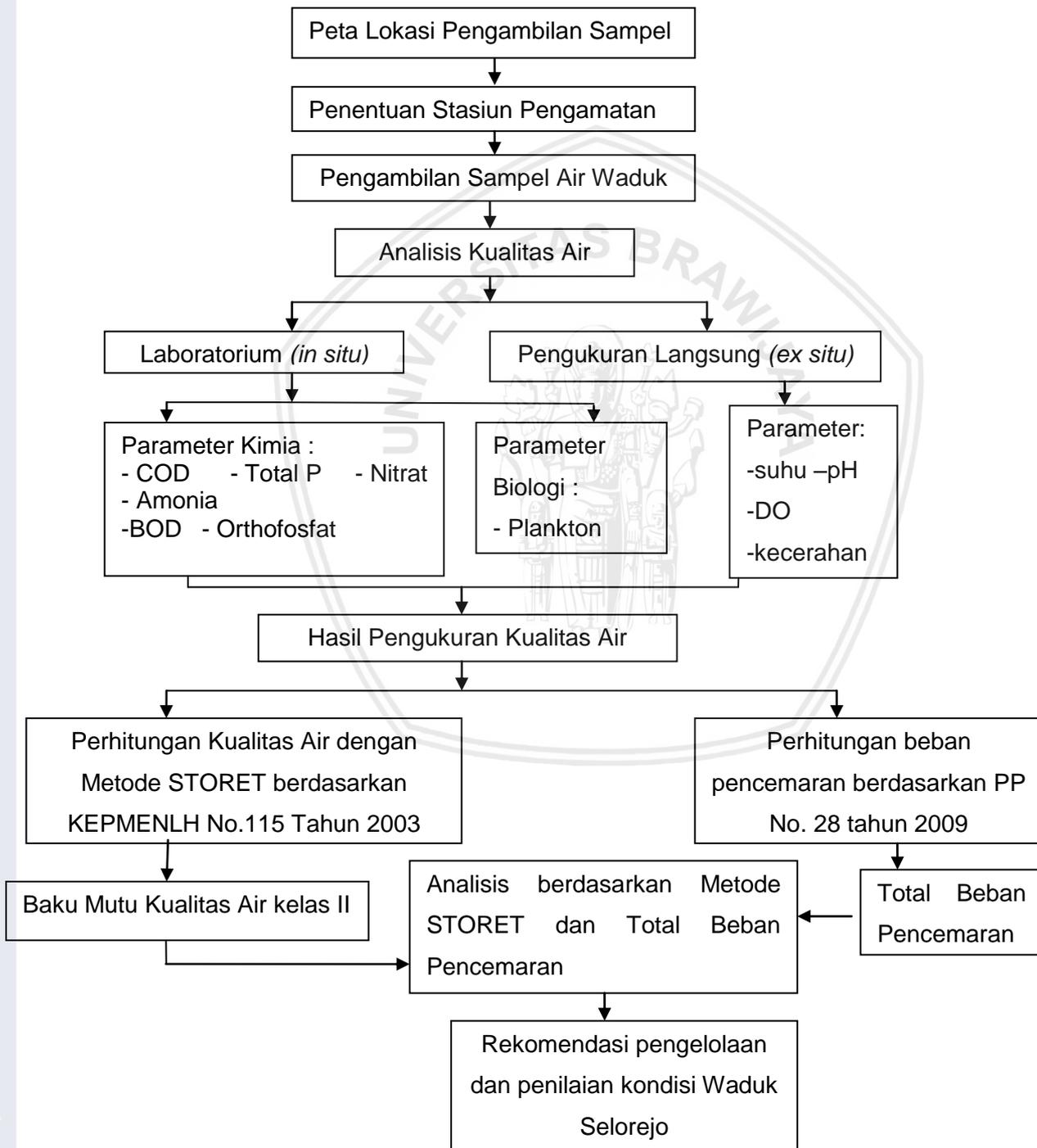
La = jumlah daya tampung limbah Pa pada perairan danau dan/atau waduk (kg Pa/tahun)

R = total Pa yang tinggal bersama sedimen



### 3.9 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2019 di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang. Langkah - langkah yang dilakukan dalam penelitian ini serta metode penelitian dapat diilustrasikan sebagai diagram alir berikut ini :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

#### 4.4.1 Letak Geografis dan Keadaan Sekitar Waduk

Waduk Selorejo merupakan waduk buatan yang terletak di Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Waduk Selorejo terletak pada  $7^{\circ}51'55''$  LS dan  $112^{\circ}21'40''$  BT dan berada pada ketinggian kurang lebih 650 m di atas permukaan laut. Waduk Selorejo ini membendung Sungai Konto, Sungai Pinjal dan tepat di bawah pertemuannya dengan Sungai Kwayangan,  $\pm$  50 km di sebelah barat Kota Malang.

Waduk Selorejo mendapat pasokan air dari Sungai Konto, Sungai Pinjal dan Sungai Kwayangan yang keduanya merupakan komponen hulu dari DAS Brantas/ Manfaat waduk selorejo antara lain pengendalian banjir dari 4000 m<sup>3</sup>/dt menjadi 400 m<sup>3</sup>/dt, pengembangan daerah irigasi seluas 23.200 ha, tenaga listrik sebesar 10,2 MV, penyediaan air industri dan air minum, perikanan dan pariwisata. Masyarakat sekitar Waduk Selorejo rata-rata bekerja sebagai petani dan nelayan.

#### 4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel

Dalam penelitian ini telah ditetapkan bahwa pengambilan sampel dilakukan di 5 titik stasiun, yaitu stasiun 1 pada aliran masuk pertemuan antara Sungai Konto dan Sungai Pinjal sebagai *inlet* dari Waduk Selorejo, stasiun 2 di tengah Waduk Selorejo, stasiun 3 di tengah Waduk Selorejo, stasiun ke 4 pada aliran masuk Sungai Kwayangan dan stasiun 5 pada *outlet* Waduk Selorejo. Adapun deskripsinya adalah sebagai berikut :

#### A. Stasiun 1

Lokasi pengambilan sampel di stasiun 1 yaitu pada aliran masuk pertemuan antara Sungai Konto dan Sungai Pinjal yang merupakan daerah masukan air (*inlet*) dari Waduk Selorejo. Tata guna lahan disekitar Sungai Konto berupa daerah pertanian, pemukiman masyarakat dan keadaan airnya keruh karena adanya limbah dari berbagai macam kegiatan masyarakat sekitar. Kondisi perairan di stasiun 1 terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Stasiun 1 (*inlet*)

#### B. Stasiun 2

Lokasi pengambilan sampel di stasiun 2 yaitu berada di tengah Waduk Selorejo. Keadaan airnya tenang, terdapat pelampung di tengah waduk yang berfungsi agar sampah tidak masuk pada aliran air menuju PLTA dan pada stasiun tengah waduk Selorejo terdapat eceng gondok. Kondisi perairan di stasiun 2 terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Stasiun 2 (tengah a)

#### C. Stasiun 3

Lokasi pengambilan sampel di stasiun 3 yaitu juga berada di tengah Waduk Selorejo yang dialiri air dari Sungai Kwayangan. Keadaan airnya tenang, disekitaran stasiun ini dekat dengan daerah perkebunan dan juga terdapat aktivitas memancing. Kondisi perairan di stasiun 3 terdapat pada Gambar 6.



Gambar 6. Stasiun 3 (tengah b)

#### D. Stasiun 4

Lokasi pengambilan sampel di stasiun 4 yaitu pada aliran masuk Sungai Kwayangan yang merupakan daerah masukan air (*inlet*) dari Waduk Selorejo . Tata guna lahan disekitar Sungai Kwayangan berupa daerah perkebunan,

perhutanan dan dekat dengan pemukiman masyarakat. Pada stasiun 4 ini di tepi Waduk Selorejo terdapat aktivitas nelayan yang mencari ikan dengan memancing serta dengan menggunakan jala. Kondisi perairan di stasiun 4 terdapat pada Gambar 7.



Gambar 7. Stasiun 4 (*inlet* Sungai Kwayangan)

#### E. Stasiun 5

Lokasi pengambilan sampel di stasiun 5 berada pada bagian keluarnya air (*outlet*) dari Waduk Selorejo. Pada daerah *outlet* ini terdapat pelampung yang berfungsi agar sampah tidak masuk pada aliran air menuju PLTA. Air yang keluar dari *outlet* ini akan dijadikan sebagai aliran irigasi untuk pertanian masyarakat sekitar. Kondisi perairan di stasiun 4 terdapat pada Gambar 8.



Gambar 8. Stasiun 5 (*outlet*)

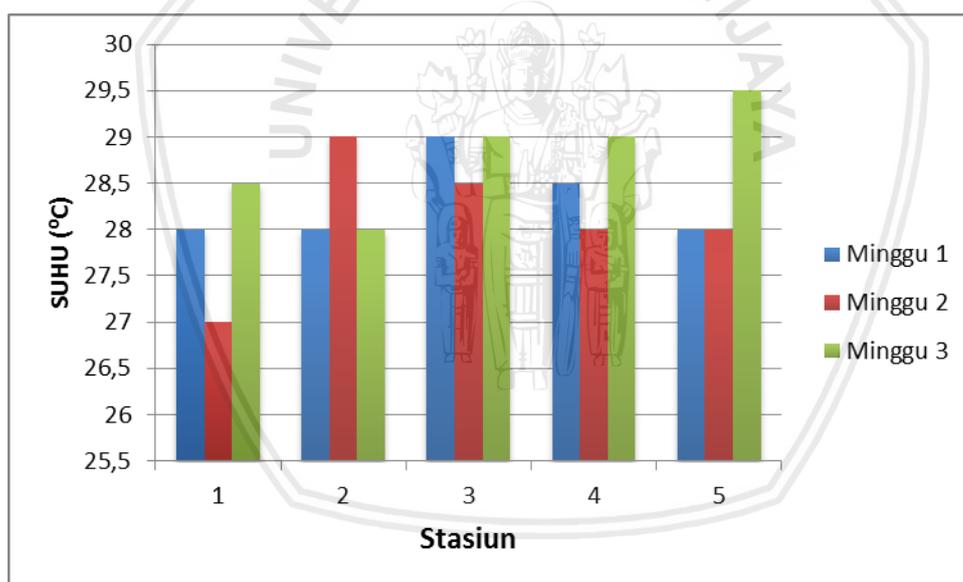
### 4.3 Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur pada saat penelitian antara lain suhu, kecerahan, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), BOD, COD, Amonia, nitrat, orthofosfat, Total P dan fitoplankton. Pengambilan sampel dilakukan 1 kali dalam seminggu selama 3 minggu dan pengambilan sampel dilakukan pada waktu pagi hari.

#### 4.3.1 Parameter Fisika

##### a) Suhu

Adapun hasil pengukuran Suhu pada saat penelitian di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang disajikan pada Grafik berikut ini :



Gambar 9. Grafik Pengukuran Suhu

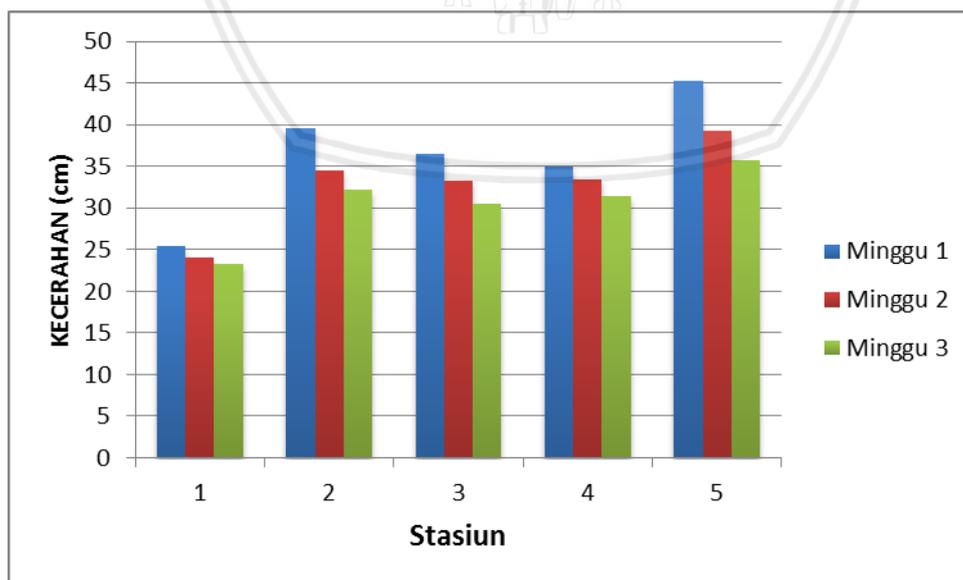
Hasil pengukuran Suhu pada Waduk Selorejo dapat dilihat pada Gambar 9. Berdasarkan data penelitian hasil pengukuran suhu yang dilakukan di setiap stasiun pengambilan sampel berkisar antara  $27^{\circ}\text{C}$  –  $29,5^{\circ}\text{C}$ . Suhu terendah terjadi pada stasiun 1 sebesar  $27^{\circ}\text{C}$  dan suhu tertinggi pada stasiun 5 sebesar  $29,5^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan suhu tersebut bisa disebabkan beberapa faktor seperti waktu

pengukuran, penutupan awan, cuaca dan musim. Perbedaan suhu tersebut juga dipengaruhi oleh sinar matahari yang masuk mengenai badan air. Apabila semakin banyak cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan akan membuat suhu air menjadi meningkat.

Menurut Taufik *et.al* (2009), suhu air merupakan salah satu faktor pengontrol perairan yang mempengaruhi kehidupan organisme perairan. Suhu perairan dapat dipengaruhi oleh faktor internal maupun faktor eksternal. Menurut Patty (2013), faktor internal yang mempengaruhi suhu antara lain cuaca dan angin. Kondisi suhu di perairan terutama sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari. Kisaran suhu pada perairan Waduk Selorejo Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Jawa Timur, dapat dikatakan optimal untuk kelangsungan hidup organisme perairan sesuai dengan PP Nomor 82 tahun 2001, bahwa nilai baku mutu untuk suhu air kelas II yaitu deviasi 3.

b) Kecerahan

Adapun hasil pengukuran kecerahan di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dapat disajikan pada Grafik berikut ini :



Gambar 10. Grafik Pengukuran Kecerahan

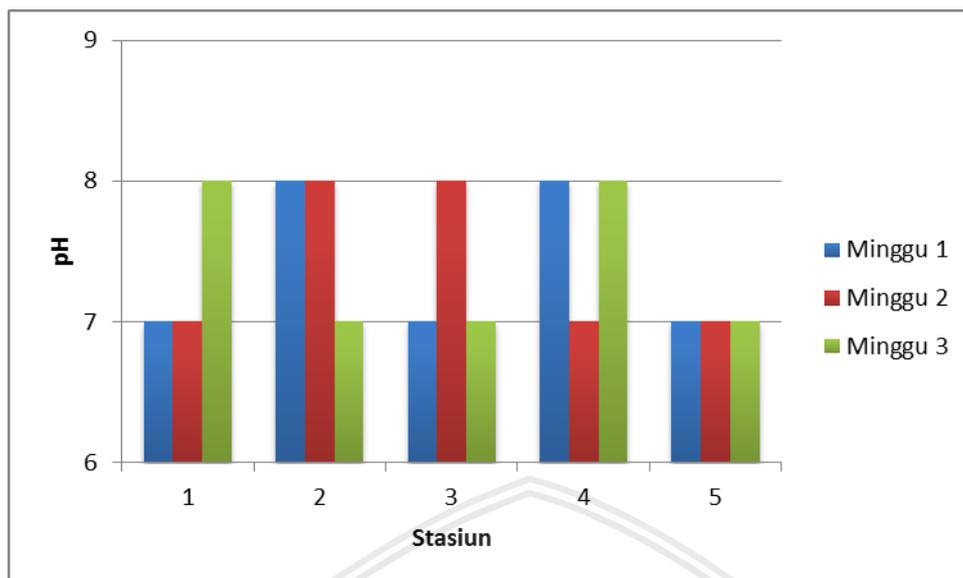
Hasil pengukuran Kecerahan pada Waduk Selorejo dapat dilihat pada Gambar 10. Berdasarkan data penelitian hasil pengukuran kecerahan yang dilakukan di setiap stasiun pengambilan sampel berkisar antara 23,25 cm – 45,25 cm. Kecerahan terendah terjadi pada stasiun 1 dan kecerahan tertinggi pada stasiun 5. Hal ini terjadi karena pada stasiun 1 saat pengambilan sampel keadaan perairan keruh dan kedalamannya sedikit dangkal. Hal ini diduga karena tingginya tingkat sedimentasi sehingga cahaya matahari tidak masuk ke perairan dengan optimal, sedangkan pada stasiun 5 pada saat pengambilan sampel di daerah *outlet* airnya lebih jernih yang membuat cahaya matahari dapat masuk ke perairan secara optimal.

Menurut Handayani *et al.* (2005), kecerahan menunjukkan batas kemampuan cahaya pada intensitas tertentu untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Rendahnya nilai kecerahan dapat disebabkan oleh peningkatan bahan organik akibat dari hujan, limbah pertanian, limbah rumah tangga, dan aliran air sungai sekitar waduk. Hal ini mengakibatkan fitoplankton tidak efektif untuk melakukan fotosintesis, sehingga fitoplankton tidak dapat berkembang dengan baik. Menurut Arfiati (2001), batas nilai kecerahan untuk perairan oligotrofik mempunyai kisaran sebesar  $>6$  m, perairan mesotrofik berkisar antara 3-6 m dan perairan eutrofik berkisar  $< 3$  m. Nilai kecerahan dapat dipengaruhi oleh bahan-bahan tersuspensi, partikel koloid, kekeruhan, warna air, plankton, keadaan cuaca, waktu pengukuran.

#### **4.3.2 Parameter Kimia**

##### **a) pH**

Adapun hasil pengukuran pH di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dapat disajikan pada Grafik berikut ini:



Gambar 11. Grafik Pengukuran pH

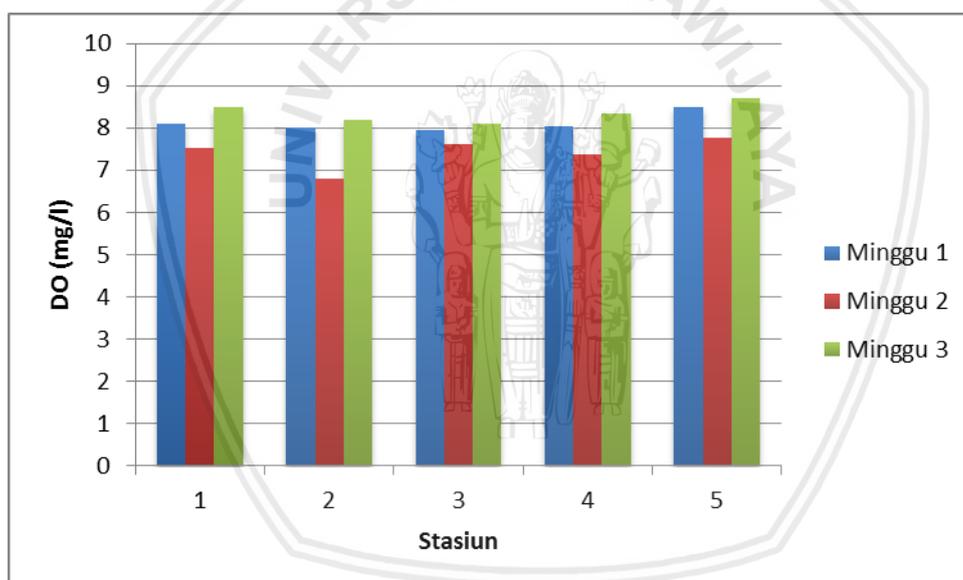
Hasil pengukuran pH pada Waduk Selorejo dapat dilihat pada Gambar 11. Berdasarkan data penelitian hasil pengukuran pH yang dilakukan di setiap stasiun pengambilan sampel berkisar antara 7-8. pH terendah sebesar 7 diduga karena tata guna lahan didominasi kegiatan pertanian sehingga pupuk hasil pertanian masuk kedalam perairan. Sedangkan nilai pH tertinggi sebesar 8 diduga karena adanya limbah berupa limbah domestik sehingga nilai pH tinggi.

Peningkatan dan penurunan nilai pH air bisa dikarenakan adanya aktivitas pembuangan limbah organik yang bersumber dari limbah domestik maupun limbah dari aktivitas masyarakat di sekitar waduk. Menurut Simanjuntak (2009), faktor yang dapat mempengaruhi nilai pH antara lain faktor fisik seperti sedimen yang berkaitan dengan konsentrasi dari bahan-bahan organik yang ada. Selain itu, faktor yang mempengaruhi adalah suhu dan sinar matahari. Semakin kecil ukuran butir sedimen maka nilai pH akan semakin rendah. Menurut Effendi (2003), nilai pH dapat mempengaruhi proses biokimia perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah, sehingga nilai pH perairan dapat dipengaruhi oleh limbah organik dan anorganik seperti proses nitrifikasi. Menurut

Yuliasuti (2011), konsentrasi nilai pH akan meningkat dipengaruhi oleh limbah organik maupun anorganik. Hasil pH menyatakan bahwa perairan Waduk Selorejo Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Jawa Timur, tergolong perairan yang subur sehingga di sukai oleh biota akuatik. Hasil nilai pH tersebut jika dilihat berdasarkan kriteria baku mutu air PP No.82 tahun 2001 pada kelas II , maka nilai pH pada Waduk Selorejo tersebut tidak melebihi baku mutu.

b) DO

Adapun hasil pengukuran DO di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dapat disajikan pada Grafik berikut ini:



Gambar 12. Grafik Pengukuran DO

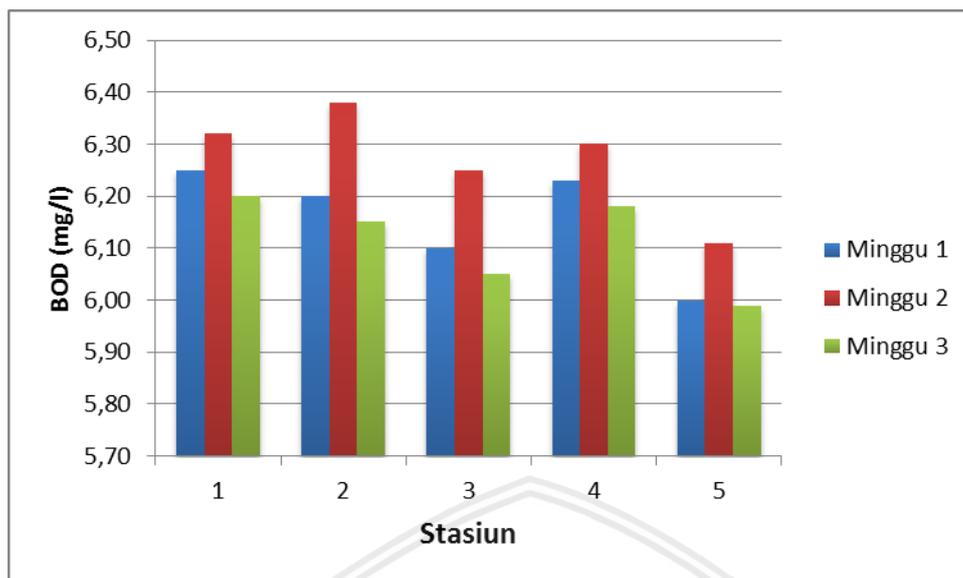
Hasil pengukuran DO pada Waduk Selorejo dapat dilihat pada Gambar 12. Hasil pengukuran oksigen terlarut yang dilakukan di setiap stasiun pengambilan sampel berkisar antara 6,8 mg/l – 8,7 mg/l. Oksigen terlarut terendah terjadi pada stasiun 2. Hal ini dikarenakan adanya tanaman eceng gondok, dimana pertumbuhannya begitu cepat sehingga bisa menutupi seluruh perairan yang mengakibatkan jumlah cahaya matahari yang masuk ke dalam air menjadi

semakin berkurang dan tingkat kelarutan oksigen pun menjadi berkurang. Sedangkan hasil oksigen terlarut tertinggi pada stasiun 5. Hal tersebut dikarenakan keadaan perairannya tidak keruh, airnya yang jernih, dan cahaya yang masuk kedalam perairan tidak terhalang oleh tanaman eceng gondok seperti pada stasiun 2 sehingga kandungan oksigen terlarutnya dalam keadaan normal.

Menurut Wardhana (2004), sumber utama oksigen terlarut berasal dari difusi udara dan proses fotosintesis. Oksigen terlarut dalam perairan dapat berkurang diduga karena adanya limbah buangan yang masuk ke dalam perairan. Limbah yang masuk ke perairan umumnya adalah limbah organik. Pada lapisan dasar perairan akan terjadi akumulasi bahan organik yang membutuhkan oksigen dalam proses penguraiannya. Semakin banyak bahan buangan organik yang berada di perairan maka semakin sedikit sisa kandungan oksigen terlarut di dalam perairan. Menurut Indrawati *et.al* (2010), oksigen terlarut diperairan dimanfaatkan untuk proses respirasi, proses dekomposisi bahan organik. Hasil nilai oksigen terlarut tersebut jika dilihat berdasarkan kriteria baku mutu air PP No.82 tahun 2001 pada kelas II, maka nilai oksigen terlarut pada Waduk Selorejo tidak melebihi baku mutu.

c) BOD

Adapun hasil pengukuran BOD di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dapat disajikan pada Grafik berikut ini:



Gambar 13. Grafik Pengukuran BOD

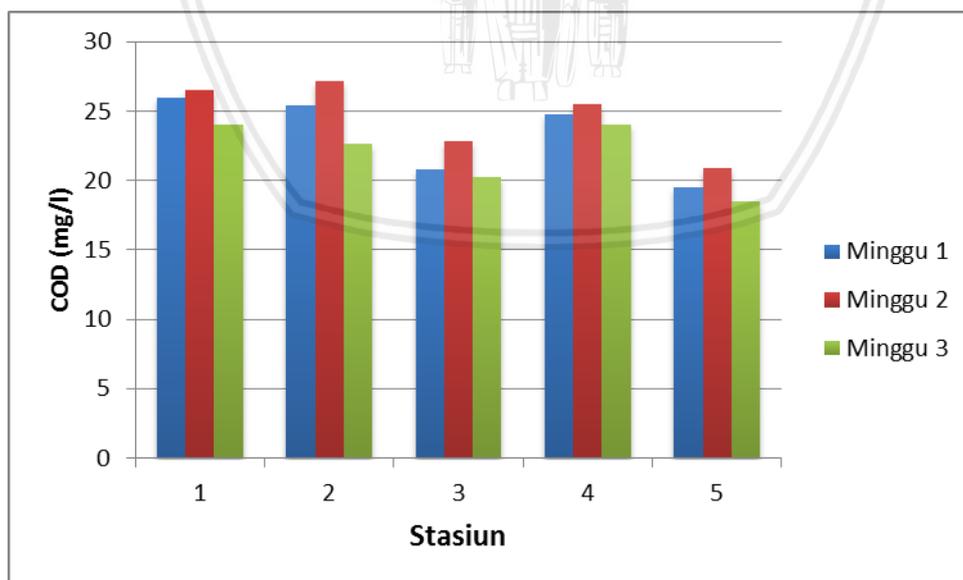
Hasil pengukuran BOD pada Waduk Selorejo dapat dilihat pada Gambar 13. Berdasarkan data penelitian hasil pengukuran BOD yang dilakukan di setiap stasiun pengambilan sampel berkisar antara 5,99 mg/l – 6,38 mg/l. BOD terendah terjadi pada stasiun 5. Hal ini diduga karena sedikitnya bahan pencemar yang terdapat di stasiun 5 dimana tata guna lahannya sedikit jauh dari pemukiman, pertanian sehingga masukan bahan pencemar hampir tidak ada. Selain itu, DO pada stasiun 5 nilainya tinggi sebesar 8,7 mg/l yang menandakan pada stasiun 5 sedikit bahan pencemar yang ada disekitar stasiun tersebut. Hasil BOD tertinggi pada stasiun 2. Hal ini dikarenakan tata guna lahannya berupa daerah pemukiman yang menyebabkan adanya limbah rumah tangga yang masuk ke perairan waduk. Selain itu, pada stasiun 2 juga mendapat pengaruh langsung dari aliran Sungai Konto dan Sungai Pinjal yang menjadi sumber utama masukan bahan pencemar ke perairan Waduk. Hal tersebut juga setara dengan nilai DO pada stasiun 2 yang rendah.

Menurut Alerts dan Santika (1984), Nilai BOD dapat dijadikan sebagai indikator untuk menentukan banyaknya bahan pencemar organik yang ada di

dalam perairan. BOD menggambarkan seberapa banyak oksigen yang telah digunakan untuk aktivitas mikroba dalam kurun waktu tertentu. Apabila di dalam perairan banyak mengandung sampah-sampah organik, maka jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan sampah-sampah organik tersebut akan besar yang dapat mengakibatkan nilai BOD-nya tinggi. Semakin besar nilai BOD menunjukkan semakin besarnya tingkat pencemaran oleh bahan organik. Kriteria nilai BOD yang menunjukkan suatu perairan tergolong baik atau tercemar berkisar antara 0 -10 mg/l. Apabila konsentrasi nilai BOD pada perairan >10 mg/l maka perairan tersebut dianggap tergolong tercemar (Effendi,2003). Hasil nilai BOD tersebut jika dilihat berdasarkan kriteria baku mutu air PP No.82 tahun 2001 pada kelas II , maka nilai BOD pada Waduk Selorejo melebihi baku mutu sehingga terjadi pencemaran.

d) COD

Adapun hasil pengukuran COD di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dapat disajikan pada Grafik berikut ini:



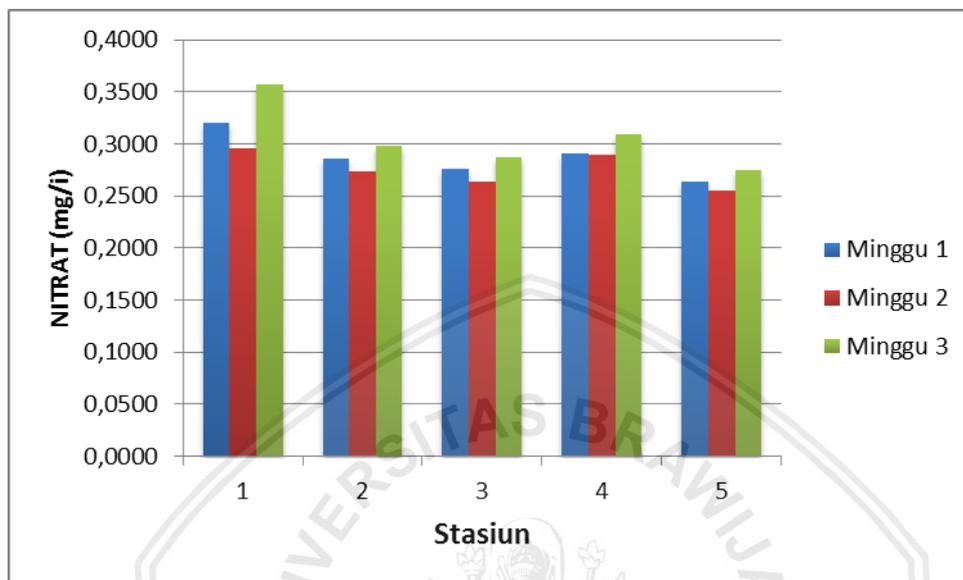
Gambar 14. Grafik Pengukuran COD

Hasil pengukuran COD pada Waduk Selorejo dapat dilihat pada Gambar 14. Berdasarkan data penelitian hasil pengukuran COD yang dilakukan di setiap stasiun pengambilan sampel berkisar antara 18,5 mg/l – 27,2 mg/l. Nilai COD terendah terjadi pada stasiun 5. Hal ini diduga karena sedikitnya bahan pencemar yang berada disekitar stasiun 5 karena jauh dari pemukiman dan aktivitas masyarakat yang dapat menghasilkan limbah. Hasil nilai COD tertinggi pada stasiun 2. Hal tersebut setara dengan nilai DO yang rendah dan BOD-nya juga yang tinggi. Pada stasiun 2 ini nilai COD tinggi diduga karena keberadaan bahan organik yang tinggi berasal dari alam atau limbah dari aktifitas rumah tangga, pertanian, dan industri yang terbawa oleh aliran sungai Konto dan Sungai Pinjal dimana stasiun 2 ini dekat dengan daerah *inlet* yang menyebabkan keadaan perairan menjadi keruh.

Kebutuhan oksigen kimia (COD) adalah ukuran banyaknya oksigen total dalam satuan miligram per liter yang diperlukan dalam proses oksidasi kimia bahan organik dalam limbah. Peningkatan konsentrasi nilai COD dilihat dari seberapa besar bahan buangan organik yang masuk ke perairan. Apabila nilai COD tinggi mengindikasikan besarnya tingkat pencemaran yang terjadi dan untuk melakukan proses oksidasi dari bahan pencemar tersebut membutuhkan oksigen dalam jumlah yang besar, sehingga oksigennya menjadi rendah (Yudo, 2010). Menurut Mahyudin (2015), besarnya konsentrasi COD disebabkan oleh banyak atau sedikitnya bahan pencemar yang masuk ke perairan. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya < 20 mg/liter. Hasil nilai COD tersebut jika dilihat berdasarkan kriteria baku mutu air PP No.82 tahun 2001 pada kelas II, maka nilai COD pada Waduk Selorejo melebihi baku mutu sehingga dapat dikatakan terjadi pencemaran pada Waduk tersebut.

## e) Nitrat

Adapun hasil pengukuran Nitrat di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dapat disajikan pada Grafik berikut ini:



Gambar 15. Grafik Pengukuran Nitrat

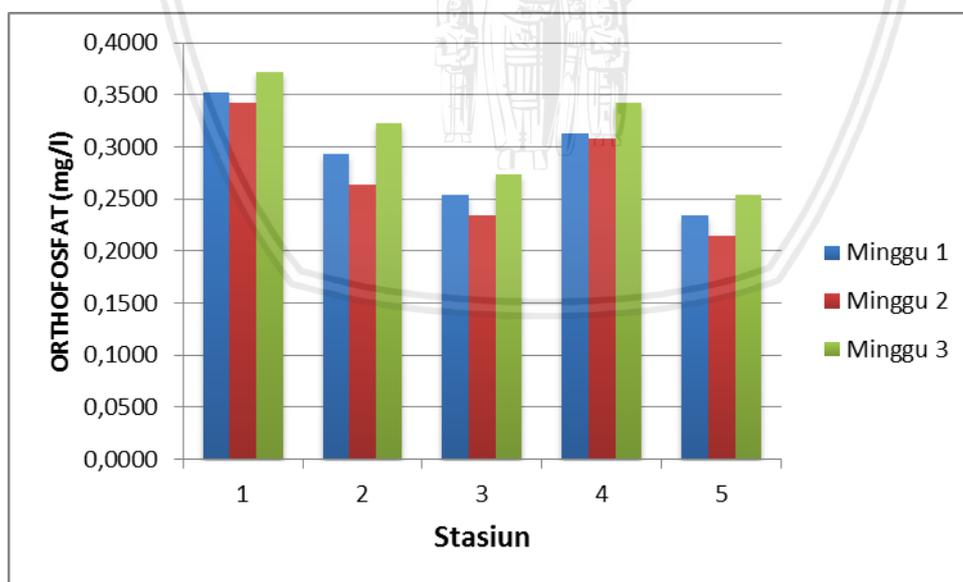
Hasil pengukuran Nitrat pada Waduk Selorejo dapat dilihat pada Gambar 15. Berdasarkan data penelitian hasil pengukuran Nitrat yang dilakukan di setiap stasiun pengambilan sampel berkisar antara 0,2552 mg/l – 0,3571 mg/l. Nilai nitrat terendah terjadi pada stasiun 5 karena pada daerah ini merupakan daerah *outlet* dengan kondisi masukan bahan pencemar dari luar waduk hanya sedikit yang terbukti dengan warna airnya yang tidak keruh sehingga limbah yang masuk perairan sedikit. Hasil nitrat tertinggi pada stasiun 1 minggu yaitu daerah *inlet* pertemuan antara sungai Konto dan Sungai Pinjal dimana daerah tersebut mempunyai kandungan bahan anorganik yang tinggi yang berasal dari limbah rumah tangga dan pertanian yang terbawa bersama aliran kedua sungai tersebut.

Tingkat kesuburan perairan dapat dilihat dari kadar nilai nitrat yaitu termasuk dalam kategori perairan subur atau eutrofik. Menurut Effendi (2003), kadar nitrat

lebih dari 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (*blooming*). Kadar nitrat lebih dari 5 mg/L di suatu perairan menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia. Menurut Dyah (2010), Nitrat dapat berasal dari ammonium yang masuk ke dalam badan perairan terutama melalui limbah domestik. Konsentrasi nitrat juga dipengaruhi oleh oksigen terlarut (DO) yaitu jika kadar oksigen terlarut rendah, maka besar kemungkinan pada suatu perairan akan mengalami denitrifikasi yaitu reduksi nitrat menjadi nitrit. Hasil nilai Nitrat tersebut jika dilihat berdasarkan kriteria baku mutu air PP No.82 tahun 2001 pada kelas II, maka nilai Nitrat pada Waduk Selorejo tidak melebihi baku mutu.

f) Orthofosfat

Adapun hasil pengukuran Orthofosfat di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dapat disajikan pada Grafik berikut ini :



Gambar 16. Grafik Pengukuran Orthofosfat

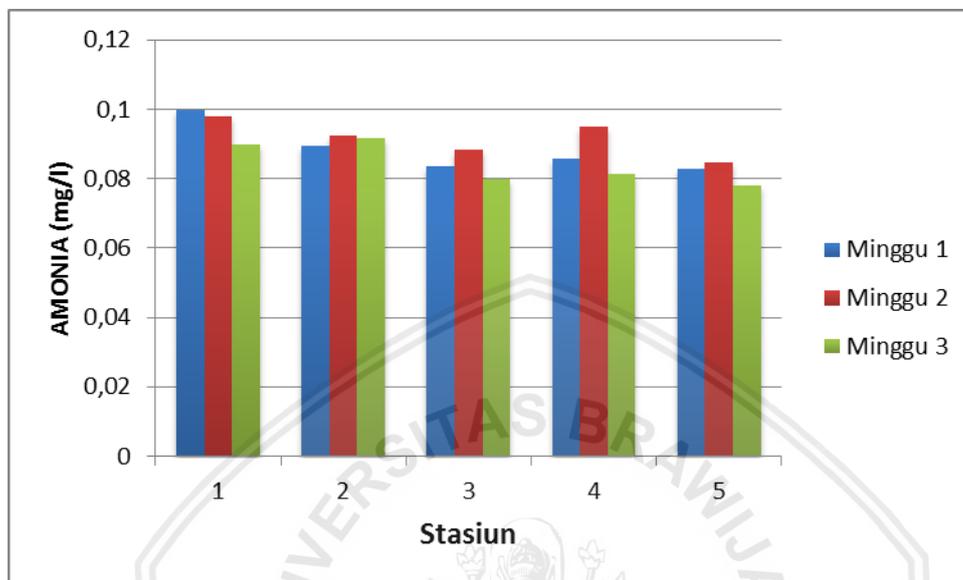
Hasil pengukuran Orthofosfat pada Waduk Selorejo dapat dilihat pada Gambar 16. Berdasarkan data penelitian hasil pengukuran Orthofosfat yang di

lakukan di setiap stasiun pengambilan sampel berkisar antara 0,2144 mg/l – 0,3717 mg/l. Orthofosfat terendah terjadi pada stasiun 5 yaitu daerah dekat *outlet* dimana daerah tersebut tidak terlalu mendapat pengaruh yang banyak dari perairan dan sedikit jauh dari pemukiman. Hasil Orthofosfat tertinggi pada stasiun 1 yaitu daerah *inlet* dimana daerah tersebut banyak mendapat masukan air yang telah dipengaruhi oleh kegiatan manusia misalnya limbah domestik dan limbah pertanian sehingga dapat meningkatkan kandungan fosfat dalam perairan Waduk Selorejo.

Senyawa orthofosfat merupakan salah satu faktor pembatas kesuburan perairan yang berhubungan erat dengan komposisi fitoplankton (Reynolds *et.al.*, 2001). Tinggi rendahnya kadar orthofosfat pada perairan diduga adanya pengaruh dari buangan limbah industri dan limbah domestik dari lingkungan sekitar waduk. Sumber orthofosfat di perairan dapat berasal dari buangan limbah dan kotoran yang masuk ke dalam waduk sedangkan secara alami orthofosfat berasal dari produk – produk organisme air serta tanaman yang membusuk (Bronmark dan Hannson, 2005). Menurut Subarjanti (1990), kadar orthofosfat di perairan dapat diklasifikasikan menjadi tiga perairan yaitu perairan oligotrofik memiliki kadar  $<0,01$  mg/l, perairan mesotrofik yang memiliki kadar orthofosfat 0,01 – 0,05 mg/l dan perairan eutrofik memiliki kadar orthofosfat  $>0,1$  mg/l. Kandungan Orthofosfat pada Waduk Selorejo masih tergolong baik untuk pertumbuhan fitoplankton, hal tersebut sesuai dengan pendapat Sanaky (2013), bahwa kandungan orthofosfat yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 0,271 – 5,51 mg/l, jika kandungan orthofosfat  $<0,02$  mg/l maka akan menjadi faktor pembatas.

## g) Amonia

Adapun hasil pengukuran Amonia di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dapat disajikan pada Grafik berikut ini :



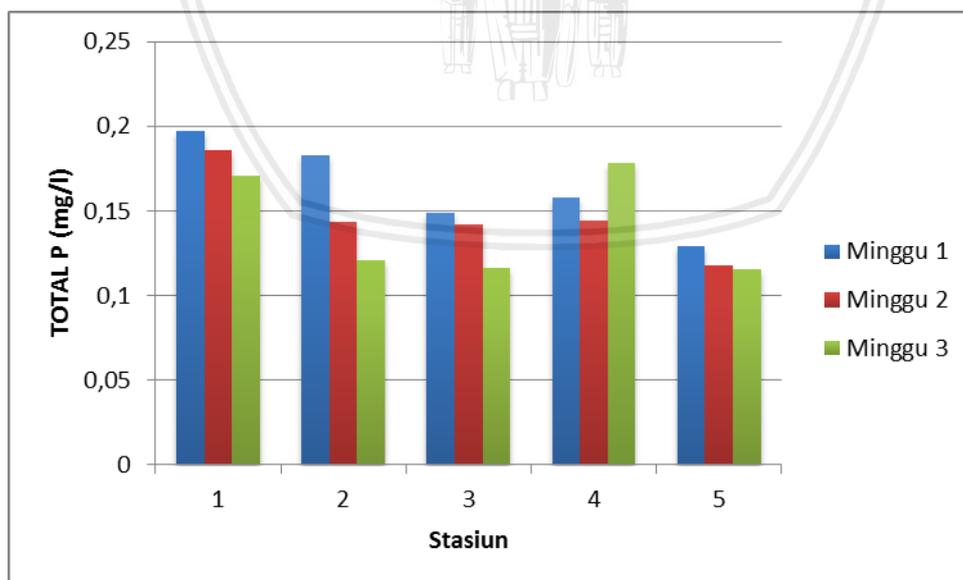
Gambar 17. Grafik Pengukuran Amonia

Hasil pengukuran Amonia pada Waduk Selorejo dapat dilihat pada Gambar 17. Berdasarkan data penelitian hasil pengukuran Amonia yang dilakukan di setiap stasiun pengambilan sampel berkisar antara 0,0779mg/l – 0,0998 mg/l. Amonia terendah terjadi pada stasiun 5 yang merupakan daerah *outlet* dimana daerah tersebut tidak terlalu banyak mendapat pengaruh dari perairan yang terdapat limbah pertanian, limbah domestik karena jauh dari pemukiman dan persawahan yang dapat menghasilkan limpasan pupuk. Hasil Amonia tertinggi pada stasiun 1 yaitu daerah *inlet* dimana daerah tersebut merupakan aliran Sungai Konto dan Sungai Kwayangan yang menjadi sumber utama masukan bahan pencemar seperti limbah pertanian, limbah domestik maupun limbah industri. Sumber amonia yaitu dapat berasal dari limbah domestik, limbah pertanian maupun limbah industri.

Konsentrasi amonia yang berlebihan di perairan dapat disebabkan oleh limbah organik maupun anorganik, amonia salah satu parameter yang dapat menyebabkan pencemaran. Menurut Effendi (2003), kadar amonia di perairan alami biasanya kurang dari 0,1 mg/l. Kadar amonia yang tinggi dapat diindikasikan adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, limbah industri maupun limbah dari limpasan pupuk pertanian. Menurut Widayat *et.al* (2010), pada konsentrasi 1 mg/l, sumber amonia di perairan berasal dari sisa metabolisme ikan. Amonia yang tinggi di dalam perairan dapat menyebabkan ikan akan mati dan lemas karena amonia dapat mengurangi konsentrasi oksigen di perairan. Jadi, konsentrasi amonia di Waduk Selorejo mengalami kenaikan dan penurunan, dimana pada stasiun 2 kadar amonia hampir mencapai 0,1 mg/l.

#### h) Total P

Adapun hasil pengukuran Total P di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dapat disajikan pada Grafik berikut ini:



Gambar 18. Grafik Pengukuran Total P

Hasil pengukuran Total P pada Waduk Selorejo dapat dilihat pada Gambar 18. Berdasarkan data penelitian hasil pengukuran Total P yang dilakukan di setiap stasiun pengambilan sampel berkisar antara 0,1155 mg/l – 0,1974 mg/l. Total P terendah terjadi pada stasiun 5 yang merupakan daerah dekat *outlet* dimana daerah tersebut masih sedikit terdapat pemukiman sehingga bahan organik yang berasal dari limbah rumah tangga dan detergen masih relatif kecil. Hasil Total P tertinggi pada stasiun 1 bisa diarekan akibat adanya perombakan bahan organik oleh bakteri menjadi bahan anorganik seperti senyawa fosfat. Bahan organik tersebut dapat berasal dari aliran air yang terbawa dari inlet yaitu Sungai Konto dan Sungai Pinjal yang berupa limbah rumah tangga maupun limbah dari limpasan pupuk pertanian.

Unsur hara yang digunakan untuk sebagai nutrien di lingkungan perairan umumnya adalah fosfor dan nitrogen. Kedua unsur ini memiliki peran penting pertumbuhan fitoplankton atau alga yang biasa digunakan sebagai indikator kualitas air dan tingkat kesuburan suatu perairan (Fachrul *et.al.*,2005). Namun jika unsur fosfor dan nitrogen melebihi ambang batas maka terjadi eutrofikasi (pengkayaan zat hara) yang ditandai dengan terjadinya *blooming* fitoplankton. Menurut (WHO dan European commision, 2002), Pengkayaan unsur total fosfor terutama dapat berasal dari limbah rumah tangga dan limbah industri. Konsentrasi total fosfat yang melebihi baku mutu di perairan dapat dikatakan mencemari perairan karena kandungan unsur hara tersebut dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan eceng gondok yang pertumbuhannya cepat. Hasil nilai total fosfat tersebut jika dilihat berdasarkan kriteria baku mutu air PP No.82 tahun 2001 pada kelas II yaitu 0,2 mg/l, maka nilai total fosfat pada Waduk Selorejo tidak melebihi baku mutu.

### 4.3.3 Parameter Biologi

#### a) Fitoplankton

Adapun hasil pengukuran kelimpahan fitoplankton di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang dapat disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelimpahan Fitoplankton Waduk Selorejo (ind/ml)

Divisi	Minggu			Jumlah	Rata-Rata
	1 (ind/ml)	2 (ind/ml)	3 (ind/ml)		
<b>Inlet</b>					
Chlorophyta	204	12653	9780	22637	7546
Bacillariophyta	25357	170	5509	31036	10345
Cyanobacteria	289	1156	2228	3673	1224
Charophyta	0	0	0	0	0
<b>Kelimpahan Total</b>	<b>25850</b>	<b>13979</b>	<b>17517</b>	<b>57346</b>	<b>19115</b>
<b>Tengah a</b>					
Chlorophyta	4337	918	12840	18095	6032
Bacillariophyta	2840	1428	867	5135	1712
Cyanobacteria	238	0	51	289	96
Charophyta	0	0	0	0	0
<b>Kelimpahan Total</b>	<b>7415</b>	<b>2346</b>	<b>13758</b>	<b>23519</b>	<b>7840</b>
<b>Tengah b</b>					
Chlorophyta	7262	918	7108	15288	5096
Bacillariophyta	0	1428	527	1955	652
Cyanobacteria	1190	0	0	1190	397
Charophyta	1310	0	0	1310	437
<b>Kelimpahan Total</b>	<b>9762</b>	<b>2346</b>	<b>7635</b>	<b>19743</b>	<b>6581</b>
<b>Kwayangan</b>					
Chlorophyta	3962	578	4252	8792	2931
Bacillariophyta	1667	2517	2466	6650	2217
Cyanobacteria	4251	595	8027	12873	4291
Charophyta	255	17	0	272	91
<b>Kelimpahan Total</b>	<b>10135</b>	<b>3707</b>	<b>14745</b>	<b>28587</b>	<b>9529</b>
<b>Outlet</b>					
Chlorophyta	1360	153	1207	2720	907
Bacillariophyta	561	136	170	867	289
Cyanobacteria	986	850	0	1836	612
Charophyta	799	0	255	1054	351
<b>Kelimpahan Total</b>	<b>3706</b>	<b>1139</b>	<b>1632</b>	<b>6477</b>	<b>2159</b>

Berdasarkan hasil pengamatan fitoplankton di Waduk Selorejo Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Jawa Timur ditemukan 4 divisi yaitu Chlorophyta, Charophyta, Cyanobacteria dan Bacillariophyta. Kelimpahan Fitoplankton berkisar antara 2159 ind/ml - 19115 ind/ml. Kelimpahan fitoplankton pada stasiun 1 sebesar 19115 ind/ml. Kelimpahan fitoplankton stasiun 2 sebesar 7840 ind/ml. Kelimpahan Fitoplankton stasiun 3 sebesar 6581 ind/l. Kelimpahan fitoplankton stasiun 4 sebesar 9529 ind/ml. Kelimpahan fitoplankton stasiun 5 sebesar 2159 ind/ml. Tingginya kelimpahan fitoplankton pada stasiun 1 diduga dari masukan unsur hara terutama nitrat yang berasal dari buangan limbah yang masuk ke perairan waduk, karena pada stasiun 1 merupakan daerah *inlet* yang berasal dari pertemuan Sungai Konto dan Sungai Pinjal yang cenderung membawa berbagai macam limbah. Kelimpahan fitoplankton terendah pada stasiun 5 daerah outlet waduk, hal tersebut diduga karena pada stasiun 5 ini sedikit bahan pencemar yang masuk dan sedikit jauh dari pemukiman sehingga unsur hara nitrat dan fosfat sedikit. Menurut Purnaningsih (2013), konsentrasi nitrat akan meningkat jika lokasi tersebut semakin dekat dengan daerah titik pembuangan limbah.

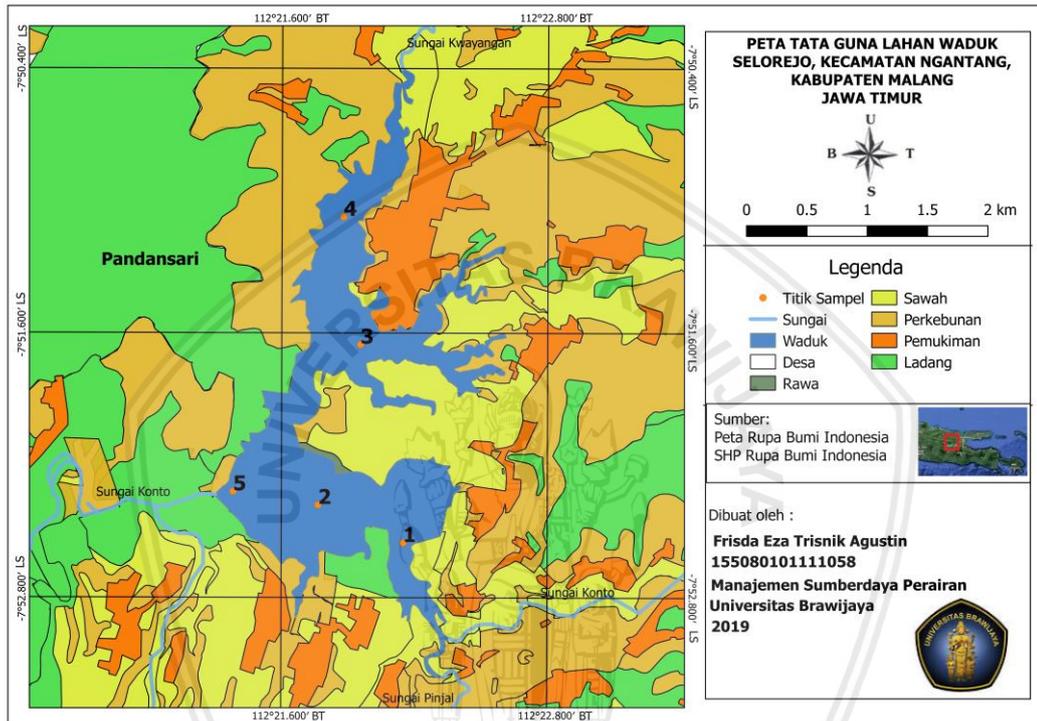
Berdasarkan data hasil perhitungan kelimpahan fitoplankton diatas, maka diperoleh nilai kelimpahan fitoplankton di Waduk Selorejo berkisar antara 2159-19115 ind/l. Menurut Landner (1976), membagi perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton sebagai berikut :

1. Perairan Oligotrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburannya rendah dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 0 – 2000 ind/ml.
2. Perairan Mesotrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburannya sedang dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2000-15000 ind/ml.

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

Berdasarkan studi literatur diatas maka Waduk Selorejo tergolong dalam perairan dengan kelimpahan sedang menuju tinggi (mesorofik-eutrofik).

#### 4.4 Peta Tata Guna Lahan



Gambar 19. Peta Tata Guna Lahan

Tata guna lahan Waduk Selorejo dapat dilihat pada Gambar 19. Berdasarkan tata guna lahannya dapat dikategorikan berupa daerah pemukiman, ladang, sawah dan perkebunan. Pada stasiun 1 tata guna lahannya yang lebih dominan berupa sawah dan perkebunan. Pada stasiun 2 tata guna lahannya yang lebih dominan berupa sawah. Pada stasiun 2 tata guna lahannya yang lebih dominan berupa daerah pemukiman masyarakat. Pada stasiun 4 tata guna lahannya yang lebih dominan berupa pemukiman, perkebunan dan sawah. Pada stasiun 5 tata guna lahannya yang lebih dominan hanya daerah ladang saja.

#### 4.5 Kualitas Air berdasarkan Metode STORET

Perhitungan menggunakan metode STORET dilakukan dengan data hasil pengukuran parameter kualitas air fisika dan kimia selama 3 minggu penelitian. Pengukuran dilakukan satu minggu sekali pada 5 stasiun penelitian. Contoh Perhitungan menggunakan metode STORET pada stasiun 1 dapat dilihat pada Lampiran 4.

##### a) Metode STORET pada Stasiun 1

Adapun hasil skoring kualitas air menggunakan Metode STORET pada stasiun 1 (*inlet* dari Sungai Konto dan Sungai Pinjal) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Skoring Kualitas Air Stasiun

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran			Baku Mutu (PP No.82 tahun 2001)	Skor
			Maksimum	Minimum	Rata-rata		
<b>FISIKA</b>							
1	Suhu	°C	28,5	27	27,83	normal ± 3	0
2	Kecerahan	Cm	25,5	23,25	24,25	-	-
<b>KIMIA</b>							
3	pH		8	7	7,5	6-9	0
4	DO	mg/l	8,5	7,53	8,04	4	0
5	BOD	mg/l	6,32	6,2	6,26	3	-10
6	COD	mg/l	26,5	24	25,5	25	-8
7	Nitrat	mg/l	0,3571	0,2952	0,3261	10	0
8	Orthofosfat	mg/l	0,3171	0,3422	0,3553	-	-
9	Amonia	mg/l	0,0998	0,0898	0,0958	-	-
10	Total P	mg/l	0,1974	0,1703	0,1846	0,2	0
<b>Total</b>							<b>-18</b>

Pada stasiun 1 didapatkan hasil skoring dengan jumlah skor -18. Skor ini menunjukkan bahwa pada stasiun 1 penelitian di Waduk Selorejo termasuk dalam kategori cemar sedang. Parameter yang dominan melebihi baku mutu yaitu parameter BOD dan COD.

b) Metode STORET stasiun 2

Adapun hasil skoring kualitas air menggunakan Metode STORET pada stasiun 2 (tengah A) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Skoring Kualitas Air Stasiun 2

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran			Baku Mutu (PP No.82 tahun 2001)	Skor
			Maksimum	Minimum	Rata-rata		
<b>FISIKA</b>							
1	Suhu	°C	28	28	28	normal ± 3	0
2	Kecerahan	Cm	39,5	32,5	35,42	-	-
<b>KIMIA</b>							
3	pH		8	7	7	6-9	0
4	DO	mg/l	8,2	6,8	7,7	4	0
5	BOD	mg/l	6,38	6,15	6,24	3	-10
6	COD	mg/l	27,2	22,6	25,1	25	-8
7	Nitrat	mg/l	0,2986	0,2740	0,2860	10	0
8	Orthofosfat	mg/l	0,3225	0,2635	0,2930	-	-
9	Amonia	mg/l	0,0918	0,0895	0,0913	-	-
10	Total P	mg/l	0,1828	0,1206	0,1488	0,2	0
<b>Total</b>							<b>-18</b>

Pada stasiun 2 didapatkan hasil skoring dengan jumlah skor -18. Skor ini menunjukkan bahwa pada stasiun 2 penelitian di Waduk Selorejo termasuk dalam kategori cemar sedang. Parameter yang dominan melebihi baku mutu yaitu BOD dan COD.

c) Metode STORET Stasiun 3

Adapun hasil skoring kualitas air menggunakan Metode STORET pada stasiun 3 (tengah B) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Skoring Kualitas Air Stasiun 3

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran			Baku Mutu (PP No.82 tahun 2001)	Skor
			Maksimum	Minimum	Rata-rata		
<b>FISIKA</b>							
1	Suhu	°C	28,5	28,5	29	normal ± 3	0
2	Kecerahan	cm	36,5	30,5	33,42	-	-
<b>KIMIA</b>							
3	pH		8	7	7	6-9	0
4	DO	mg/l	8,1	7,61	7,86	4	0
5	BOD	mg/l	6,25	6,05	6,13	3	-10
6	COD	mg/l	22,8	20,02	21,3	25	0
7	Nitrat	mg/l	0,2873	0,2683	0,2771	10	0
8	Orthofosfat	mg/l	0,2734	0,2340	0,2537	-	-
9	Amonia	mg/l	0,0885	0,0797	0,0544	-	-
10	Total P	mg/l	0,1485	0,116	0,1354	0,2	0
<b>Total</b>							<b>-10</b>

Pada stasiun 3 didapatkan hasil skoring dengan jumlah skor -10. Skor ini menunjukkan bahwa pada stasiun 3 penelitian di Waduk Selorejo termasuk dalam kategori cemar ringan. Parameter yang dominan melebihi baku mutu yaitu BOD.

#### d) Metode STORET Stasiun 4

Adapun hasil skoring kualitas air menggunakan Metode STORET pada stasiun 4 (*inlet* Sungai Kwayangan) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Skoring Kualitas Air Stasiun 4

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran			Baku Mutu (PP No.82 tahun 2001)	Skor
			Maksimum	Minimum	Rata-rata		
<b>FISIKA</b>							
1	Suhu	°C	29	28	28,5	normal ± 3	0
2	Kecerahan	cm	35	31,5	33,3	-	-
<b>KIMIA</b>							
3	pH		8	7	8	6-9	0
4	DO	mg/l	8,35	7,38	7,93	4	0

5	BOD	mg/l	6,3	6,18	6,24	3	-10	
6	COD	mg/l	25,5	24	24,7	25	-8	
7	Nitrat	mg/l	0,3092	0,2894	0,2965	10	0	
8	Orthofosfat	mg/l	0,3442	0,3078	0,3209	-	-	
9	Amonia	mg/l	0,0948	0,0873	0,0881	-	-	
10	Total P	mg/l	0,1578	0,1780	0,1600	0,2	0	
<b>Total</b>								<b>-18</b>

Pada stasiun 4 didapatkan hasil skoring dengan jumlah skor -18. Skor ini menunjukkan bahwa pada stasiun 4 penelitian di Waduk Selorejo termasuk dalam kategori cemar sedang. Parameter yang dominan melebihi baku mutu yaitu BOD dan COD.

e) Metode STORET Stasiun 5

Adapun hasil skoring kualitas air menggunakan Metode STORET pada stasiun 5 (*outlet*) dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Skoring Kualitas Air Stasiun 5

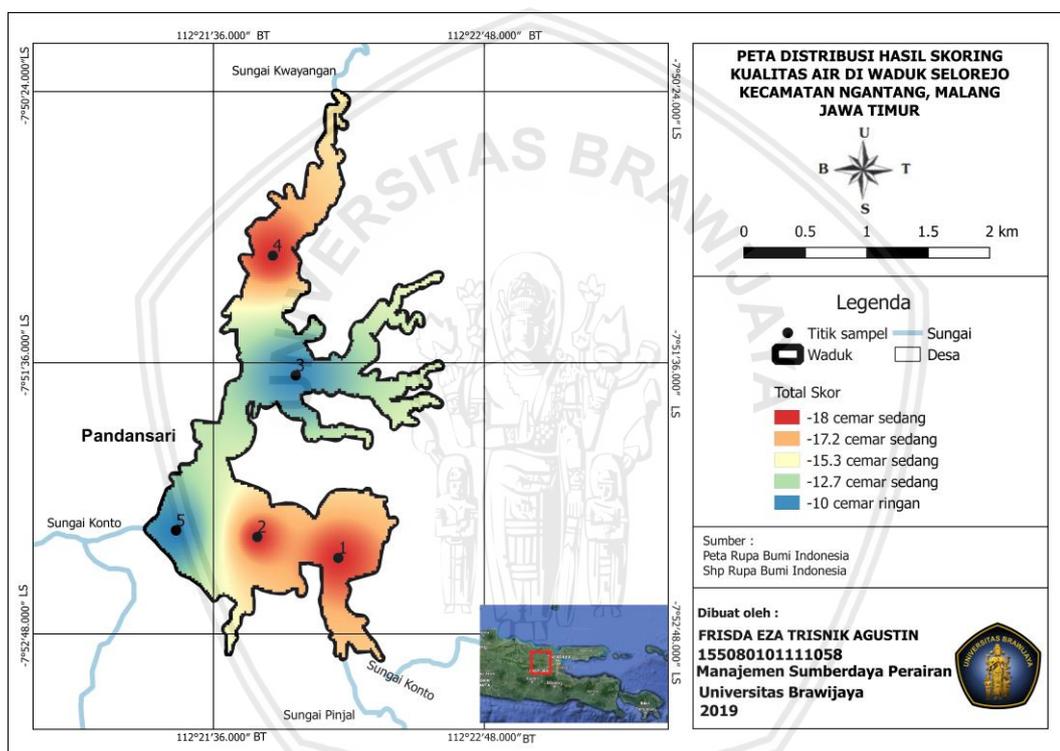
No	Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran			Baku Mutu (PP No.82 tahun 2001)	Skor
			Maksimum	Minimum	Rata-rata		
<b>FISIKA</b>							
1	Suhu	°C	29,5	28	28,5	normal ± 3	0
2	Kecerahan	cm	45,25	31,5	40,1	-	-
<b>KIMIA</b>							
3	pH		7	7	7	6-9	0
4	DO	mg/l	8,7	7,77	8,32	4	0
5	BOD	mg/l	6,11	5,99	6,08	3	-10
6	COD	mg/l	20,09	18,5	19,6	25	
7	Nitrat	mg/l	0,2752	0,2552	0,2648	10	0
8	Orthofosfat	mg/l	0,2573	0,2144	0,2340	-	-
9	Amonia	mg/l	0,0848	0,0779	0,0818	-	-
10	Total P	mg/l	0,1289	0,1150	0,1207	0,2	0
<b>Total</b>							<b>-10</b>

Pada stasiun 5 didapatkan hasil skoring dengan jumlah skor -10. Skor ini menunjukkan bahwa pada stasiun 5 penelitian di Waduk Selorejo termasuk

dalam kategori cemar ringan. Parameter yang dominan melebihi baku mutu yaitu BOD.

Berdasarkan hasil skoring kualitas air menggunakan metode STORET maka dapat disimpulkan bahwa Waduk Selorejo termasuk dalam kondisi perairan yang cemar ringan sampai dengan cemar sedang yang dapat dilihat dari jumlah skor nya dengan nilai -10 dan -18.

#### 4.5.1 Peta Distribusi Hasil Skoring Kualitas Air



Gambar 20. Peta Hasil Skoring Kualitas Air

Hasil dari pengolahan data kualitas air Waduk Selorejo menggunakan aplikasi QGIS dapat dilihat pada Gambar 20. Peta tersebut menggambarkan kondisi status mutu air pada Waduk Selorejo berdasarkan Metode STORET. Status perairan pada Waduk Selorejo tergolong dalam kategori tercemar ringan sampai dengan tercemar sedang dengan total skoringnya antara -10 dan -18. Skor tertinggi kategori cemar sedang terjadi pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 4. Stasiun 1 karena merupakan daerah inlet yang menjadi sumber utama masukan

bahan pencemar dari aliran Sungai Konto dan Sungai Pinjal serta tata guna lahannya berdekatan dengan pemukiman dan sawah sehingga menghasilkan bahan pencemar yang bisa masuk ke perairan seperti berbagai macam limbah (limbah domestik maupun limbah industri) dari kegiatan masyarakat sekitar serta kegiatan pertanian yang bisa menghasilkan limpasan pupuk. Stasiun 2 merupakan daerah tengah yang terdapat eceng gondok yang menyebabkan tingkat pencemaran tinggi dan daerah tengah ini juga mendapat pengaruh dari aliran sungai Konto dan Sungai Pinjal. Stasiun 4 juga merupakan daerah inlet dari Sungai Kwayangan yang menjadi sumber masuknya bahan pencemar. Skor terendah dengan kategori cemras ringan terdapat pada stasiun 3 dan stasiun 5. Stasiun 3 merupakan daerah tengah dari aliran sungai kwayangan, diduga bahan pencemar pada stasiun 3 tidak sebanyak pada stasiun yang lain. Stasiun 5 merupakan daerah outlet yang tata guna lahannya jauh dari pemukiman maupun sawah sehingga bahan pencemar yang masuk sedikit. Stasiun 3 dan stasiun 5 tergolong tercemar ringan, hal tersebut diduga mengalami *self-purification*. Menurut Shimin Tian *et.al* (2011), pada saat badan air mengalami pencemaran, perairan tersebut dapat memurnikan dirinya sendiri dengan beberapa cara yaitu secara fisik dan kimia seperti pengenceran, pengendapan dan adsorpsi, yang disebut sebagai pemurnian diri (*Self-purification*). Pada dasarnya alam memiliki kemampuan untuk mengatasi masalah pencemaran yang terjadi. Salah satu caranya dengan cara perairan tersebut mengalami *Self-purification*. *Self-purification* ini terjadi secara alami tanpa ada campur tangan dari manusia.

Kondisi perairan pada Waduk Selorejo masih dalam kategori tercemar ringan sampai tercemar sedang yang masih bisa diatasi. Maka dari itu, untuk menjaga ekosistem perairan Waduk Selorejo agar tetap membaik di waktu yang akan datang perlu memperhatikan tata guna lahan di sekitar Waduk Selorejo dan

mengelolanya dengan baik sesuai dengan peruntukannya serta melakukan rekomendasi penggunaan lahan yang ada di sekitar Waduk Selorejo agar Waduk Selorejo tidak mengalami penurunan status mutu air yang akan merugikan masyarakat sekitar.

#### 4.6 Pendugaan Beban Limbah Waduk Selorejo

##### 4.6.1 Beban Limbah Non-budidaya

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 28 tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk, beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah. Pendugaan beban pencemaran total P (TP) dan total N (TN) dari buangan limbah non-budidaya mengacu pada sebuah metode yang dikembangkan oleh *Land Interaction In The Coastal Zone (LOICZ) Project* (Diego-McGlone, [www.data.ecology.su.se/MNODE/Methods/Powerpoint/ppt.htm](http://www.data.ecology.su.se/MNODE/Methods/Powerpoint/ppt.htm)) dan Peraturan Pemerintah Negara Lingkungan Hidup nomor 28 tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk. Pendugaan beban limbah N dan P dari aktivitas non budidaya dari non KJA sekitar Waduk Selorejo masing-masing dengan N-total sebesar 22,57 mg/m<sup>3</sup> dan P-total sebesar 134,365 mg/m<sup>3</sup>. Nilai beban limbah non budidaya akan digunakan dalam menghitung daya tampung beban pencemaran pada Waduk Selorejo.

##### 4.6.2 Alokasi Beban Limbah

Alokasi beban limbah pada perairan Waduk Selorejo dihitung melalui pendekatan p-total, berdasarkan p-total baku mutu, p-total yang terukur hasil monitoring di perairan dan p-total yang masuk dari DAS. Perhitungan alokasi beban limbah adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} [Pa]_d &= [Pa]_{std} - [Pa]_i - [Pa]_{DAS} \\ &= 5.000 \text{ mg/m}^3 - 149,94 \text{ mg/m}^3 - 134,365 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

$$= 4.715,695 \text{ mg/m}^3 \text{ atau setara dengan } 166.723 \text{ kg/th}$$

Berdasarkan nilai P-total menurut baku mutu air kelas IV (PP No.82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air) adalah 5 mg/l, maka diperoleh beban limbah P-total Waduk Selorejo sebesar 4.715,695 mg/m<sup>3</sup> atau setara dengan 166.723 kg/th.

#### 4.6.3 Daya Tampung Beban Limbah Air Waduk

Pendugaan daya tampung beban limbah perairan Waduk Selorejo dilakukan melalui pendekatan P-total yang masuk ke dalam lingkungan perairan. Adapun parameter yang digunakan sebagai acuan untuk menduga daya tampung limbah dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 9. Parameter untuk menduga daya tampung beban limbah Waduk Selorejo

Parameter	Nilai
Luas Daerah (A)	383.368 ha
Volume air waduk (V)	35.353 juta/m <sup>3</sup>
Debit air rata-rata tiap tahun	11 m <sup>3</sup> /dt
Kedalaman rata-rata waduk ( $\bar{Z}$ )	9,2 m
P-total hasil monitoring [Pa] <sub>i</sub>	149,94 mg/m <sup>3</sup>
Alokasi beban limbah P-total maksimum [Pa] <sub>d</sub>	4.715,695mg/m <sup>3</sup>
Beban limbah P-total DAS [Pa] <sub>DAS</sub>	134,365 mg/m <sup>3</sup>
Jumlah debit air yang keluar waduk (Q <sub>0</sub> )	164,430 juta/m <sup>3</sup>

Sumber : Jasa Tirta (2019)

Perhitungan daya tampung beban limbah perairan Waduk Selorejo dimulai dari menghitung daya tampung limbah total P persatuan luas waduk, sebagai berikut :

$$L = \Delta[\text{Pa}]_d \bar{Z} p / (1-R)$$

L = daya tampung limbah Pa per satuan luas danau dan/atau waduk  
(mg Pa/m<sup>2</sup>.tahun)

[Pa]<sub>d</sub> = alokasi beban Pa limbah kegiatan pada perairan waduk (mg/m<sup>3</sup>)

$\hat{Z}$  = kedalaman rata-rata waduk (m)

R = total P yang tinggal sedimen

$$\rho = Q_0 / V$$

$\rho$  = laju pergantian air waduk (1/tahun)

$Q_0$  = Jumlah debit air keluar waduk (juta m<sup>3</sup>/tahun),

V = Volume air waduk (juta/m<sup>3</sup>)

$$\rho = Q_0 / V$$

$$= 164.430 / 35.353$$

$$= 4,651/\text{tahun}$$

$$R = 1/(1+0,747\rho^{0,507})$$

$$= 1/(1+0,747*4,651^{0,507})$$

$$= 0,38$$

$$L = \Delta[\text{Pa}]_d \hat{Z}\rho/(1-R)$$

$$= (4.715,695*9,2*4,651)/(1-0,38)$$

$$= 325.456,4039 \text{ mg/m}^2/\text{th}$$

$$L_a = L \times A/100$$

$$= \Delta[\text{Pa}]_d A \hat{Z}\rho/100 (1-R)$$

$L_a$  = jumlah daya tampung limbah Pa pada perairan danau dan/atau waduk (kg Pa/tahun)

A = Luas perairan waduk (m<sup>2</sup>)

$$L_a = (4.715,695*9,2*3.833,68*4,651)/100*(1-0,38)$$

$$= 325.456,4039 /62$$

$$= 12476957,06 \text{ mg/th}$$

$$= 12.477 \text{ kg/th}$$

Tabel 10. Alokasi Beban Limbah, Sumber Pencemar dan Daya Tampung Limbah Waduk Selorejo

No	Parameter	Nilai
1	Alokasi beban limbah (kg/th)	166.723
2	Limbah dari DAS (kg/th)	4.746,493
3	Jumlah Daya Tampung Limbah pada Waduk (kg/th)	12.477

Berdasarkan perhitungan diatas, total beban limbah dari DAS (4.746,493 kg/th) yang masuk ke perairan Waduk Selorejo masih dibawah daya tampung perairan Waduk Selorejo (12.477 kg/th). Hal tersebut dikarenakan, beban limbah yang masuk ke Waduk Selorejo hanya bersumber dari kegiatan Non-budidaya (kegiatan *ekstena*) dan hanya menggunakan perikanan tangkap saja sehingga tidak ada limbah yang dihasilkan dari kegiatan budidaya (*internal*) yang dilakukan didalam Waduk Selorejo. Apabila konsentrasi total beban limbah dari DAS melampaui konsentrasi jumlah daya tampungnya maka perairan tersebut dikatakan tercemar. Hasil daya tampung beban pencemaran tersebut hampir sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri *et.al* (2014), menunjukan bahwa total beban limbah DAS (5.693,838 kg/th) yang masuk ke perairan Waduk Selorejo masih dibawah daya tampung beban pencemaran pada Waduk Selorejo sebesar 12.072,58 kg/th. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu dan penelitian sekarang dapat disimpulkan beban limbah dari DAS yang masuk kedalam Waduk Selorejo semakin berkurang dari tahun sebelumnya yang menandakan bahwa Waduk Selorejo dalam pengelolaannya masih terjaga dengan baik.

#### 4.7 Rekomendasi Pengelolaan Waduk Selorejo

Berdasarkan data hasil analisa kualitas air dan perhitungan beban pencemaran pada Waduk Selorejo menyatakan bahwa Waduk Selorejo tersebut dalam kategori tercemar ringan sampai tercemar sedang. Hal tersebut dikarenakan bahan pencemar yang masuk ke dalam Waduk Selorejo berasal dari

pemukiman masyarakat sekitar seperti limbah industri maupun rumah tangga maupun kegiatan pertanian yang akan menghasilkan limpasan pupuk serta bahan pencemar yang dibawa masuk oleh aliran Sungai Konto, Sungai Pinjal dan Sungai Kwayangan. Adapun rekomendasi dari hasil analisa kualitas air dan perhitungan beban pencemaran di Waduk Selorejo serta penggunaan lahan yang ada dapat dituliskan secara sistematis seperti tabel berikut:

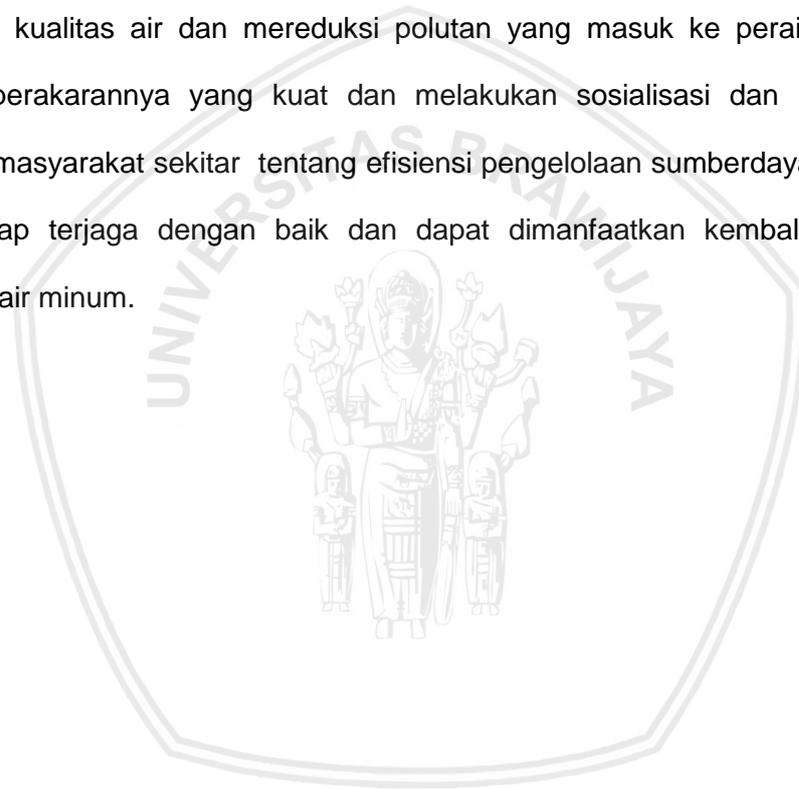


Tabel 11. Rekomendasi Pengelolaan Waduk Selorejo

No	Stasiun	Indikator	Rekomendasi
1	<i>Inlet</i> (Sungai Konto dan Sungai Pinjal)	BOD COD	<ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan sosialisasi dan penyuluhan kepada masyarakat sekitar tentang efisiensi penggunaan pupuk dan pestisida serta memperbaiki pengolahan lahan pertanian berupa terasiring sehingga dapat meminimalisir dampak <i>run-off</i> daratan</li> <li>Membersihkan eceng gondok yang tumbuh berlebihan di tengah Waduk Selorejo karena bisa mengganggu sistem kinerja PLTA</li> <li>Melakukan pengolahan limbah rumah tangga secara terpadu serta melakukan pengolahan limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke Waduk</li> <li>Melakukan penanaman tumbuhan (vegetasi riparian) dalam kelompok tumbuhan alami yaitu tumbuhan berupa pohon seperti pohon Ketapang di tepi Waduk Selorejo yang berfungsi sebagai menjaga kualitas air dan mereduksi polutan yang masuk ke perairan karena sistem perakarannya yang kuat</li> <li>Melakukan sosialisasi dan penyuluhan kepada masyarakat sekitar tentang efisiensi pengelolaan sumberdaya air waduk agar tetap terjaga dengan baik dan dapat dimanfaatkan kembali, misalnya sebagai air minum</li> </ol>
2	Tengah a		
3	Tengah b		
4	<i>Inlet</i> (Sungai Kwayangan)		
5	<i>Outlet</i>		

Rekomendasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat pencemaran berdasarkan permasalahan yang terjadi yaitu dengan pengendalian pencemaran Melakukan sosialisasi dan penyuluhan kepada masyarakat sekitar tentang efisiensi penggunaan pupuk dan pestisida serta memperbaiki pengolahan lahan

pertanian berupa terasiring sehingga dapat meminimalisir dampak run-off daratan, membersihkan eceng gondok yang tumbuh berlebihan di tengah Waduk Selorejo karena bisa mengganggu sistem kinerja PLTA, melakukan pengolahan limbah rumah tangga secara terpadu serta melakukan pengolahan limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke Waduk, melakukan penanaman tumbuhan (vegetasi riparian) dalam kelompok tumbuhan alami yaitu tumbuhan berupa pohon seperti pohon Ketapang di tepi Waduk Selorejo yang berfungsi sebagai menjaga kualitas air dan mereduksi polutan yang masuk ke perairan karena sistem perakarannya yang kuat dan melakukan sosialisasi dan penyuluhan kepada masyarakat sekitar tentang efisiensi pengelolaan sumberdaya air waduk agar tetap terjaga dengan baik dan dapat dimanfaatkan kembali, misalnya sebagai air minum.



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

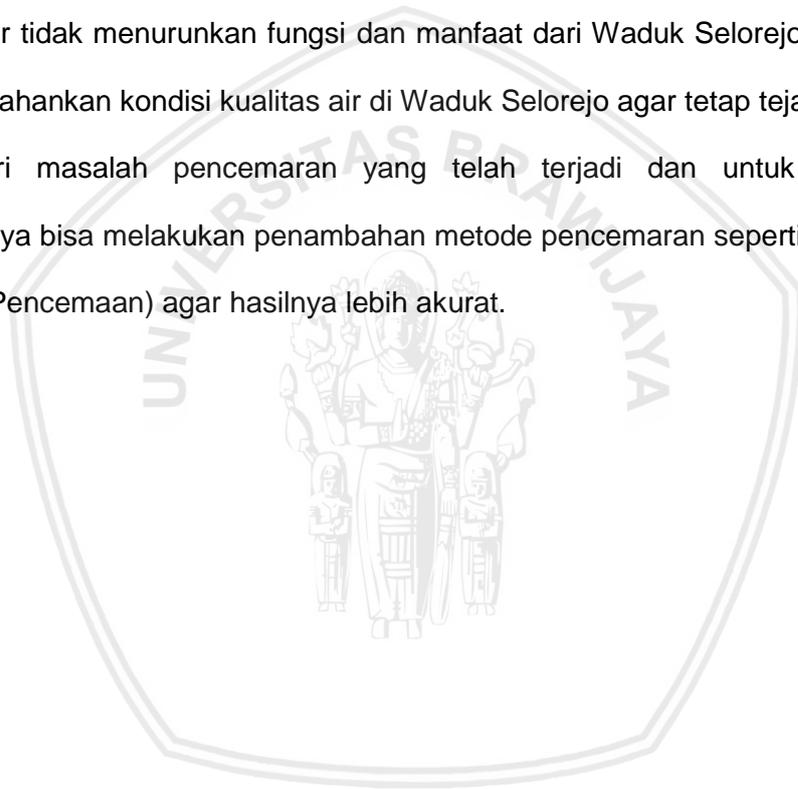
Berasarkan hasil penelitian di Waduk Selorejo, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran kualitas air di Waduk Selorejo diperoleh hasil suhu berkisar antara  $27^{\circ}\text{C}$  -  $29,5^{\circ}\text{C}$ , hasil kecerahan berkisar antara 23,00 cm - 45,25 cm. Hasil pH berkisar antara 7-8. Hasil DO berkisar antara 6,8 mg/l - 8,7 mg/l. Hasil BOD berkisar antara 5,99 mg/l - 6,38 mg/l .Hasil COD berkisar antara 18,5 mg/l - 27,2 mg/l. Hasil Nitrat berkisar antara 0,2552 mg/l – 0,3571 mg/l. Hasil Orthofosfat berkisar antara 0,2144 mg/l – 0,3717 mg/l. Hasil Amonia berkisar antara 0,0799 mg/l - 0,0988 mg/l. Hasil Total P berkisar antara 0,1155 mg/l - 0,1974 mg/l. Data hasil perhitungan kelimpahan fitoplankton maka diperoleh nilai kelimpahan fitoplankton di Waduk Selorejo berkisar antara 2159 ind/l - 19115 ind/l. Kondisi kualitas air Waduk Selorejo berdasarkan perhitungan menggunakan metode STORET diperoleh parameter yang melampaui baku mutu yaitu parameter BOD dan COD sehingga Waduk Selorejo tergolong dalam kategori tercemar ringan sampai dengan tercemar sedang dengan total skoringnya -10 dan -18.
2. Berdasarkan perhitungan daya tampung beban pencemaran, maka total beban limbah dari DAS Waduk Selorejo (4.746,493 kg/th) yang masuk ke perairan Waduk Selorejo masih dibawah daya tampung perairan Waduk Selorejo (12.477 kg/th). Berdasarkan hasil penelitian terdahulu dan penelitian sekarang dapat disimpulkan beban limbah dari DAS yang masuk kedalam Waduk Selorejo semakin berkurang dari tahun

sebelumnya yang menandakan bahwa Waduk Selorejo dalam pengelolaannya masih terjaga dengan baik.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Waduk Selorejo mengenai analisis kualitas air dan beban pencemaran maka saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukannya pengontrolan dan pemantauan secara berkelanjutan dari pihak berwenang terutama pihak Jasa Tirta agar tidak menurunkan fungsi dan manfaat dari Waduk Selorejo dan dapat mempertahankan kondisi kualitas air di Waduk Selorejo agar tetap terjaga dengan baik dari masalah pencemaran yang telah terjadi dan untuk penelitian selanjutnya bisa melakukan penambahan metode pencemaran seperti metode IP (Indeks Pencemaran) agar hasilnya lebih akurat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abida, I. W. (2008). Produktivitas Primer Fitoplankton dan Keterkaitannya dengan Intensitas Cahaya dan Ketersediaan Nutrien di Perairan Pantai Selat Madura Kabupaten Bangkalan. *Unpublished Thesis*. IPB Bogor, Fakultas Pasca Sarjana
- Alianto, Hendri dan Suhaemi. 2016. Total Nitrogen dan Fosfat di Perairan Teluk Doreri, Kabupaten Monokwari, Provinsi Papua Barat, Indonesia. *Depik*. 5(3):128-132
- Apridayanti, E. 2008. Evaluasi pengelolaan lingkungan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur. Tesis Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang. Hlm 22.
- Arikunto, S. 2003. Manajemen Penelitian. PT. Rineka Cipta. Jakarta
- Arizuna, M., D. Suprpto dan M. R. 2014. Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam Air Pori Sedimen Di Sungai Dan Muara Sungai Wedung Demak. Diponegoro. *Journal of Maquares*. 3(1) : 7-16.
- Boavida, M.J dan Marques R.T. 1996. Total Phosphorus as an Indicator of Trophic State of Portuguese Reservoirs. *Limnetica*. 12(2):31-37
- Brahmana, S.S dan Firdaus A. 2017. Potensi Beban Pencemaran Nitrogen, Fosfat, Kualitas Air, Status Trofik Dan Stratifikasi Waduk Riam Kanan. *Jurnal Sumber Daya Air*. 8(1):53-56
- Boyd CE. 1990. Water Quality in Pond For Aquaculture. Auburn (US): Binningham Publishing Co.
- Boyd, Claude E. 1982. *Water quality management for pond fish culture*. Elsevier Scientific Pub. Co., 1982
- Da Linne, E.R., Agung S dan Max Rudolf M. 2015. Tingkat Kelayakan Kualitas Air untuk kegiatan perikanan di Waduk Pluit, Jakarta Utara. *Journal Of Maquares*. 4(1):35-45
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. UI-Press. Jakarta
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Fachrul, F.M., H. Haeruman, dan L.C. Sitepu. 2005. Komunitas Fioplankton sebagai Bio- Indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. Seminar Nasional MIPA 2005. FMIPA-Universitas Indonesia, 24-26 November. 2005, Jakarta
- Friedl, G dan Wuest, A (2010): Human-Made Lakes and Reservoirs: The Impact of Physical Alterations. *Vol. III pp: 5-6*

- Gordon, D.C., Boudreau, P.R., Mann, K.H., Ong, J.E., Silvert, W.L., Smith, S.V., Wattayakorn, G., Wulff, F., dan Yanagi, T., 1996. *LOICZ Biogeochemical Modelling Guidelines*, LOICZ/R&S/95-5, VI + 96pp, LOICZ, Texel, Amsterdam.
- Handayani, S dan Mufti, P.P. 2005. Komunitas Zooplankton Di Perairan Waduk Krenceng, Cilegon, Banten. *MAKARA, SAINS*. 9 (2) : 75-82.
- Hasan, M. Iqbal. 2002. Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya. Ghalia Indonesia. Bogor
- Hilmi, M., Aniek M dan Widandi S. 2012. Optimasi Pola Operasi Waduk Pelaparado Di Kabupaten Bima, Propinsi Ntb *Jurnal Teknik Pengairan*. 3(2):132-142
- Indrawati, I., Sunardi dan Fitriyah, I. 2010. Perifiton Sebagai Indikator Biologi pada Pencemaran Limbah Domestik di Sungai Cikuda Sumedang. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi V*. Universitas Padjajaran.
- Izzati, M. 2008. Perubahan konsentrasi oksigen terlarut dan ph perairan tambak setelah penambahan rumput laut *Sargassum Plagyophyllum* dan ekstraknya. *Jurusan Biologi FMIPA UNDIP*. 1(1): 60-69
- Juantari, G. Y., R.W. Sayekti dan D. Harisuseno. 2013. Status Trofik dan Tampung Beban Pencemaran Waduk Sutami. *Jurnal Teknik Pengairan*. 4 (1).
- Kartini, P dan Sulwan P. 2016. Analisis Operasional Waduk IR.H.DJUANDA. *Jurnal Konstruksi*. 14(1):13-24
- Kumurur, VA. 2002. Aspek Strategis Pengelolaan Danau Tondano Secara Terpadu.. *EKOTON* Vol. 2, No. 1: 73-8
- Landner, L. 1976. *Eutrophication of Lake. Causes, Effects and Means for Control, with Emphasis on Lake Rehabilitation*. Stockholm, Sweeden:WHO. Regional Office for Europe. ICP/CEP 210
- Mansur, W., M. Mukhlis K dan Majariana K. 2013. Estimasi Limbah Organik dan Daya Dukung Perairan Dalam Upaya Pengelolaan Terumbu Karang di Perairan Pulau Semak Daun Kepulauan Seribu. *Depik*. 2(3):141-151
- Mahyudin, Soemarno dan Tri Budi P. 2015. Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *J-PAL*. 6(2):1-10
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 115/2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Jakarta : KLH.
- NCGIA. 2007. *Interpolation Inverse Distance Weighting*. <http://www.ncgia.edu/pubs/spherekit/inverse.html>

- Nugraha, W. D dan Lintang Cahyorini . 2007. Identifikasi Daya Tampung Beban Cemar BOD Sungai Dengan Model Qual2E (Studi Kasus Sungai Gung, Tegal –Jawa Tengah ).*Jurnal Presipitasi* .Volume 3
- Padilla, J., Castro, L., Morales, A., Naz, C., 1997. *Evaluation of Economy-environment Interactions in the Lingayen Gulf Basin: A Partial Area-based Environmental Accounting Approach*. DENR and USAID, Philippines.
- Pandit A.K & Yousuf A.R. (2002). Trophic status of kashmir himalayan lakes as depicted by water chemistry. *J of Res and Dev*. 3: 97-108.
- Patty,S.I.2013.Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*.1(3):148-157
- Patty, S.I.,Hairati A dan Malik S.A.2015.Zat Hara (Fosfat dan Nitrat), Oksigen Terlarut dan pH Kaitannya dengan Kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Biru.*Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*.1(1):43-50.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- Pescod, M.B., 1973. Investigation of Rational Effluent and Stream Standards for Tropical Countries. AIT, Bangkok. 59 p.
- Pratiwi, E.O dan Sayekti, R.W.2018. Penentuan Status Trofik dan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Waduk Selorejo.*Jurnal Teknik Pengairan*.2(1):1-7
- Pujiastuti,P.,Bagus I dan Pranoto.2013 Kualitas dan Beba Pencemaran Perairan Waduk Gajah Mungkur.*Jurnal EKOSAINS*.5(1):59-75
- Purnaningsih, M.2013. Evaluasi Produktivitas Primer di Situ Ciluenca Kabupaten Bandung. Jawa Barat. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran. Bandung
- Putri, A.P.,Rini W.S dan Emma Y.2014.Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Berdasarkan Kriteria Status Trofik Waduk Selorjo Pasca Erupsi Gunung Kelud.Teknik Pengairan.
- Ratnani,R.D.2008.Teknik Pengendalian Pencemaran Udara yang diakibatkan oleh Partikel.Momentum.4(2):27-32
- Rizky,A.,Yunasfi dan Ahmad M.2015. Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran di Danau Pondok Lapan Kecamatan Salapian Kabupaten Langkat.*Jurnal AQUACOASTMARINE*.9(4):1-10
- Reynolds, C.S., A.E. Irish, and J.A. Elliot. 2001.The Ecological Basis for Simulating Phytoplankton Responses to Environmental Change (PROTECH). *Ecological Modelling*. 140:271-291

- Rudiyanti, S dan A. D. Ekasari. 2009. Pertumbuhan dan survival rate ikan mas (*Cyprinus carpio linn*) pada berbagai konsentrasi pestisida regent 0,3 G. *Jurnal Saintek Perikanan*. 5(1): 39-47.
- Saksena D.N., R.K. Garg, R.J. Rao. 2008. Water quality and pollution status of Chambal River in National Chambal Sanctuary, Madhya Pradesh. *Journal of Environmental Biology*. 29(5), pp.701-10
- Sanaky,A. 2003. Struktur Komunitas Fitoplankton Serta Hubungannya dengan Parameter Fisika Kimia Perairan di Muara Sungai Bengawan Solo Ujung Pangkah Gresik Jawa Timur. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- San Diego-McGlone. 2006. Marine Science Institute University of Philippines. (McGlone,www.nest..su.se/MNODE/Method/powerpoint/wasteload4/ppt.htm)
- San-Diego-McGlone., M.L., S V.Smith , and V.Nicolas .1999.Stoichiometric interpretation of C:N:P ratios in organic waste materials.Marine Science Institute University of Philippines
- Sasongko,H., Widandi S dan Lily Mortacih L. 2014. Evaluasi Pola Operasi Waduk Selorejo Akibat Perubahan Iklim di Kabupaten Malang Jawa Timur. Skripsi. Teknik Pengairan. Universitas Brawijaya
- Sari, T.E.Y dan Usman. 2012. Studi Parameter Fisika dan Kimia Daerah Penangkapan Ikan Perairan Selat Asam Kabupaten Kepulauan Meranti Propinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 17(1): 88-100
- Sarwono.2006. metode penelitian kuantitatif dan kualitatif. Graha ilmu:yogyakarta
- Sayekti, R.W., Emma Y, Mohammad B, Pitojo T.J, Linda P, Fauzia S dan Ayu P.P.2015. Studi Evaluasi Kualitas dan Status Trofik Air Waduk Selorejo Akibat Erupsi Gunung Kelud untuk Budidaya Perikanan. *Jurnal Teknik Pengairan*.6(1):133-145
- Schindler, D. W. 2006. Recent advances in the understanding and management of eutrophication. *Limnology and Oceanography* 51, 356-363
- Shimin Tian., Zhaoyin Wang dan Hongxia, Shang.2011. Study on the Self-purification of Juma River. *Procedia Environmental Sciences* .11:1328-1333
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)*. 11(1) : 31-45.
- Soedibyo. 2003. Teknik Bendungan. Jakarta: Pradnya Paramita
- Sogreah, 1974. *Laguna de Bay Water Resources Development Study*. Laguna Lake Deveopment Authority, Pasiq City, Philippines
- Subarijanti, H.U. 1990. *Diktat Kuliah Limnology*. NUFFIC/ UNIBRAW/ LUW/

FISH. Universitas Brawijaya. Malang

- Susana, T. 2009. Tingkat keasaman (pH) dan oksigen terlarut sebagai indikator kualitas perairan sekitar muara sungai cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 5(2): 33-39.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.72:2009) tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical oxygen demand/BOD*)
- Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.2:2009) tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri
- Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.14:2004) tentang Cara Uji Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen Demand/DO*) secara Yodometri (Modifikasi Azida)
- Suherman. 2005. Struktur Komunitas Zooplankton di Perairan Teluk Jakarta. Skripsi Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Supangat, A.B dan Paimin.2007. KAJIAN PERAN WADUK SEBAGAI PENGENDALI KUALITAS AIR SECARA ALAMI.*Jurnal Geografi Universitas Muhamadiyah Surakarta*.21(2)
- Sugiyono. 2012. Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.CV
- Syamiazi,D.D.N., Syaifullah dan Forcep R.I.2015.Kualitas Air di Waduk Nadra Kerenceng Kota Cilegon Provinsi Banten.*Jurnal Akuatika*.6(2):161-169
- Tatangindatu, F., Kalesaran, O., dan R. Robert. 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Budidaya Perairan*. 1(2): 8 – 19
- Taufik,I., Zafril, I,A dan Sutrisno.200. Pengaruh Perbedaan Suhu Air Pada Pemeliharaan Benih Ikan Betutu (*Oxyeleotris Marmorata Bikr*) Dengan Sistem Resikulasi. *Jurnal Ristek Akuakultur*.4(30):319-325
- Triyatmo, B.2001. Studi kondisi limnologis waduk sermo pada tahap pra-inundasi. *Jurnal Perikanan UGM (GMU J. Fish. Sci.)*. 3(2) : 1-9.
- Valliela,L., G Collins, J.Kremer, K.Lajitna, M.Geist, B.Seely, J.Brawley and C.H Sham.1997. Nitrogen loading from coastal watershed to receiving estuaries :New methods and application. *Ecological Application*.7(2):358-380
- Vollenweider, R.A. 1976. Advances in determining critical loading effects for phosphorus in lake eutrophication. *Mer-i. 1st. Itril. Itlrobiol*. 33: 53-83
- Wardhana, W.A.2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Andi offset.Yogyakarta

- Widayat, W., Suprihatin dan Ari, H.2010. Penyisihan Amoniak dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Air Baku PDAM-IPA Bojong Rened dengan Proses Biofiltrasi Menggunakan Media Plastik Tipe Sarang Tawon. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*.6(1):64-76
- World Bank, 1993. *Environmental Sector Study. Towards Improved Management of Environmental Impacts*. Washington, D.C. USA.
- World Health Organization (WHO).1993.Rapid Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution. Geneva Switzerland
- World Health Organization and European Commisions.2002.Eutrophication and health. Edited by K.Pond. Luxembourg:Office for official Publication of the European communities.p 28.
- Yanagi, T. 1999. Seasonal variation in nutrient budgets of Hakata Bay. *Journal of Oecanography*, 55(3): 439-448.
- Yudo, S. 2010. Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta ditinjau dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat, Detergen dan Bakteri Coli. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 6(1):34-36
- Yuliasuti, E.2011. Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang



## LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan

NO	Parameter	Alat	Bahan
1	Suhu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermometer hg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air Sampel</li> </ul>
2	DO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DO meter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air sampel</li> </ul>
5	COD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabung refluks</li> <li>• Hot plate</li> <li>• Labu ukur 100 ml dan 1000 ml</li> <li>• Buret 50 ml</li> <li>• Pipet volume</li> <li>• Erlenmeyer 250 ml</li> <li>• Timbangan Analitik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air sampel</li> <li>• Larutan <math>K_2Cr_2O_7</math></li> <li>• <math>HgSO_4</math></li> <li>• Indikator ferroin</li> <li>• Larutan FAS 0,1 N</li> <li>• Larutan asam sulfat</li> </ul>
6	BOD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DO meter</li> <li>• Botol DO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air sampel</li> </ul>
7	Nitrat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuvet</li> <li>• Spektrofotometer</li> <li>• Kurs porselen</li> <li>• Hotplate</li> <li>• Spatula</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asam fenol disulfonik</li> <li>• <math>NH_4OH</math></li> </ul>
8	Orthofosfat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuvet</li> <li>• Spektrofotometer</li> <li>• Erlemenyer 50 ml</li> <li>• Hotplate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ammonium molybdate</li> <li>• Air sampel</li> <li>• <math>SnCl_2</math></li> </ul>
9	Plankton	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskop</li> <li>• Plankton net</li> <li>• Ember 5 liter</li> <li>• Objek glass</li> <li>• Cover glass</li> <li>• Washing bottle</li> <li>• Erlemenyer</li> <li>• Pipet tetes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air sampel</li> </ul>
10	Total P	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipet volume</li> <li>• Tabung reaksi</li> <li>• Spektrofotometer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air sampel</li> <li>• <math>H_2SO_4</math></li> <li>• Kalium tartarat</li> <li>• Ammonium molybdate</li> <li>• Asam asorbat</li> </ul>
11	Kecerahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Secchi disk</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air waduk</li> </ul>

Lampiran 2. Perhitungan Fitoplankton Stasiun 1

Minggu	Divisi	Spesies	n	N (sel/ml)
1	Chlorophyta	Pandorina Morum	12	204
		Bacillariophyta	Nitzschia bisertensis	8
		Aulacoseira granulata	919	15629
		Nitzschia acicularis	564	9592
	Cyanobacteria	Anabaena circinalis	17	289
	<b>Kelimpahan Total</b>		<b>1520</b>	<b>25850</b>
2	Chlorophyta	Ulotrix convervicola	722	12279
		Schroederia setigera	7	119
		Monorapidium contortum	1	17
		Genicularia sp	14	238
	Bacillariophyta	Aulacoseria granulata	10	170
	Cyanobacteria	Microscystis aeruginosa	68	1156
		<b>Kelimpahan Total</b>		<b>822</b>
3	Chlorophyta	Schroederia setigera	407	6922
		Pandorina Morum	74	1259
		Ulotrix convervicola	94	1599
	Bacillariophyta	Nitzschia acicularis	56	952
		Nitzschia bisertensis	69	1173
		Aulacoseira granulata	199	3384
	Cyanobacteria	Microscystis aeruginosa	131	2228
		<b>Kelimpahan Total</b>		<b>1030</b>
Jumlah				<b>57346</b>
Rata-rata				<b>19155</b>

Perhitungan kelimpahan fitoplankton adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

T = Luas cover glass (mm<sup>2</sup>)

V = Volume konsentrat plankton dalam botol sampel (ml)

L = Luas lapang pandang dalam mikroskop (mm<sup>2</sup>)

v = Volume konsentrat plankton di bawah cover glass (ml)

P = Jumlah lapang pandang

W = Volume air sampel yang disaring (ml)

n = Jumlah plankton yang dalam bidang pandang

- Perhitungan kelimpahan fitoplankton Minggu 1 (*Pandorina Morum*)

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{T \times V}{L \times v \times P \times W} \times n \\
 &= \frac{400 \times 25}{0,196 \times 0,04 \times 5 \times 15000} \times 12 \\
 &= \frac{10.000}{588} \\
 &= 17.0068 \times 12 \\
 &= 204 \text{ ind/ml}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan kelimpahan fitoplankton Minggu 2 (*Ulothrix convervicola*)

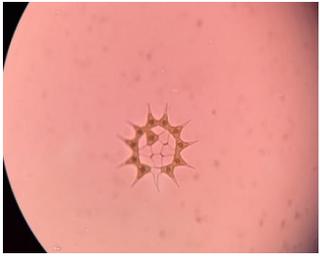
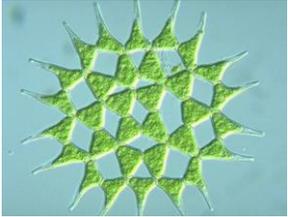
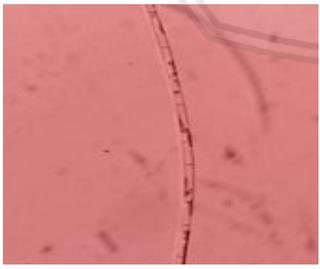
$$\begin{aligned}
 N &= \frac{T \times V}{L \times v \times P \times W} \times n \\
 &= \frac{400 \times 25}{0,196 \times 0,04 \times 5 \times 15000} \times 722 \\
 &= \frac{10.000}{588} \\
 &= 17.0068 \times 722 \\
 &= 12279 \text{ ind/ml}
 \end{aligned}$$

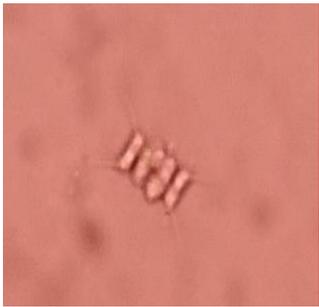
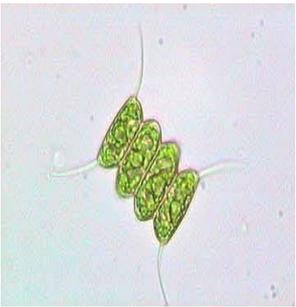
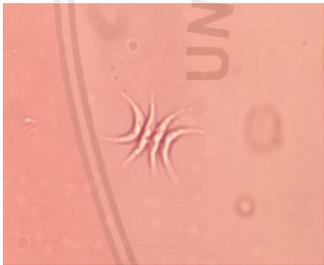
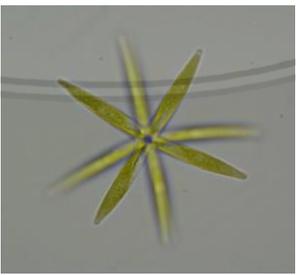
- Perhitungan kelimpahan fitoplankton Minggu 3 (*Schroederia setigera*)

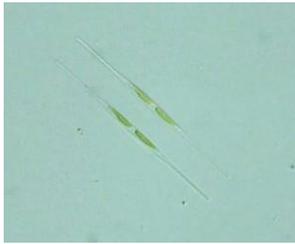
$$\begin{aligned}
 N &= \frac{T \times V}{L \times v \times P \times W} \times n \\
 &= \frac{400 \times 25}{0,196 \times 0,04 \times 5 \times 15000} \times 407 \\
 &= \frac{10.000}{588} \\
 &= 17.0068 \times 407 \\
 &= 6922 \text{ ind/ml}
 \end{aligned}$$

Lampiran 3. Gambar dan Identifikasi Plankton

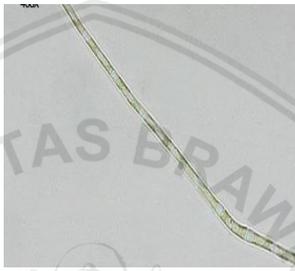
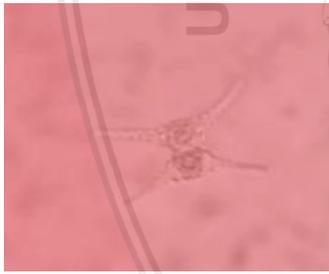
1. Phylum Chlorophyta

No	Gambar Foto (perbesaran 40x)	Gambar Literatur	Klasifikasi (Presscot, 1970)
1.		 (Zipcodezoo, 2019)	P : Chlorophyta S : Chlorophyceae O : Sphaeropleales F : Hydrodictyaceae G : Pediastrum Sp : <i>Pediastrum biwae</i>
2.		 (Zipcodezoo, 2019)	P : Chlorophyta S : Chlorophyceae O : Zygnematales F : Mesotaeniaceae G : Genticularia Sp : <i>Genticularia sp</i>
3.		 (Zipcodezoo, 2019)	P : Chlorophyta S : Chlorophyceae O : Sphaeropleales F : Selenastraceae G : Monoraphidium Sp : <i>Monoraphidium contortum</i>
4.		 (Zipcodezoo, 2019)	P : Chlorophyta S : Chlorophyceae O : Ulothrichales F : Ulothrichaceae G : Ulothrix Spesies: <i>Ulothrix Confervicola</i>

5.		 <p>(Zipcodezoo,2019)</p>	<p>P : Chlorophyta  S : Chlorophyceae  O : Chlorococcales  F: Scenedesmaceae  G: Scenedesmus  Sp: <i>Scenedesmus quadricauda</i></p>
6.		 <p>(Zipcodezoo,2019)</p>	<p>P : Chlorophyta  S : Chlorophyceae  O : Chlamydomonadales  F: Volvocaceae  G: Pandorina  Spesies: <i>Pandorina morum</i></p>
7		 <p>(Zipcodezoo ,2019)</p>	<p>P : Chlorophyta  S : Chlorophyceae  O : Chlorococcales  F: Scenedesmaceae  G: Scenedesmus  Sp: <i>Scenedesmus dimorphus</i></p>
8		 <p>(Zipcodezoo ,2019)</p>	<p>P : Chlorophyta  S : Chlorophyceae  O : Chlorococcales  F: Scenedesmus  G: Actinastrum  Sp: <i>Actinastrum hantzschii</i></p>

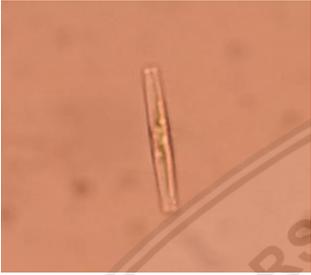
19.		 (Zipcodezoo,2019)	P: Chlorophyta S: Chlorophyceae O: Chlorococcales F: Chlorococcaceae G: Schroederia Sp: <i>Schroederia setigera</i>
-----	---	---	--

2. Phylum Charophyta

No	Gambar Foto (perbesaran 40x)	Gambar Literatur	Klasifikasi (Presscot, 1970)
1.		 (Zipcodezoo,2019)	P : Charophyta S: Zygnematophyceae O : Desmidiiales F : Desmidiaceae G : Groenbladia Sp: <i>Groenbladia neglecta</i>
2.		 (Zipcodezoo,2019)	P : Charophyta S :Zygnematophyceae O : Desmidiiales F : Desmidiaceae G : Staurastrum Sp : <i>Staurastrum Pseudotetracerum</i>

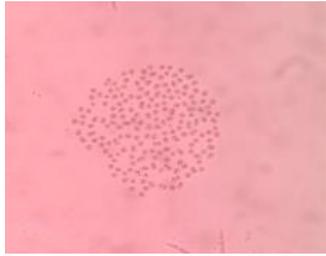
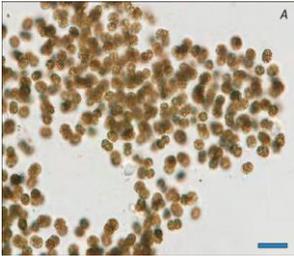
3. Phylum Bacillariophyta

No	Gambar Foto (perbesaran 40x)	Gambar Literatur	Klasifikasi (Presscot, 1970)
1.		 (Zipcodezoo, 2019)	P : Bacillariophyta S: Bacillariophyceae O : Bacillariales F: Bacillariaceae G:Nitzschia Sp: <i>Nitzschia Acicularis</i>

2.		 <p>(Zipcodezoo,2019)</p>	<p>P : Bacillariophyta                  S : Coscinodiscophyceae                  O : Aulacoseirales                  F : Aulacoseiraceae                  G : Aulacoseira                  Sp : <i>Aulacoseira</i>  <i>Granulata</i></p>
3		 <p>(Zipcodezoo,2019)</p>	<p>P : Bacillariophyta                  S : Bacillariophyceae                  O : Bacillariales                  F : Bacillariaceae                  G : Nitzschia                  Spesies: <i>Nitzschia</i>  <i>bizertensis</i></p>

4. Phylum Cyanobacteria

No	Gambar Foto (perbesaran 40x)	Gambar Literatur	Klasifikasi (Presscot, 1970)
1.		 <p>(Zipcodezoo, 2019)</p>	<p>P : Cyanobacteria                  S : Hormogoneae                  O : Nostocales                  F : Nastocaceae                  G : Anabaena                  Sp: <i>Anabaena Flos-aquae</i></p>
2.		 <p>(Zipcodezoo,2019)</p>	<p>P : Cyanobacteria                  S : Cyanophyceae                  O : Nostocales                  F : Nastocaceae                  G : Anabaena                  Spesies: <i>Anabaena</i>  <i>circinalis</i></p>

3		 <p>(Zipcodezoo,2019)</p>	<p>P : Cyanophyta                  S : Cyanophyceae                  O : Chroococales                  F: Chroococcaceae                  G: Microcystis                  Spesies: <i>Microcystis aeruginosa</i></p>
---	---	---	--

Lampiran 4. Perhitungan Menggunakan Metode Storet

- Metode Storet Stasiun 1

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas II	Hasil Pengukuran			Skor			Jumlah skor
			(PP No.82 tahun 2001)	minimum	rata-rata	maksimum	minimum	rata-rata	maksimum	
<b>FISIKA</b>										
1	Suhu	°C	normal ± 3	27	27,83	28,5	0	0	0	0
2	Kecerahan	cm	-	23,25	24,25	25,5	-	-	-	-
<b>KIMIA</b>										
3	PH			7	7,5	8	0	0	0	0
4	DO	mg/l	4	7,53	8,04	8,5	0	0	0	0
5	BOD	mg/l	3	6,2	6,26	6,32	-2	-6	-2	-10
6	COD	mg/l	25	24	25,5	26,5	0	-6	-2	-8
7	NITRAT	mg/l	10	0,2952	0,32615	0,3571	0	0	0	0
8	ORTHOFOSFAT	mg/l	-	0,3422	0,3553	0,3171	-	-	-	-
9	AMONIA	mg/l	-	0,0898	0,0958	0,0998	-	-	-	-
10	TOTAL P	mg/l	0,2	0,1703	0,1846	0,1974	0	0	0	0
										-18

- Peraturan Pemerintah No.82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

#### Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETEGORIAN
		I	II	III	IV	
<b>FISIKA</b>						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi Tempertur dari keadaan alamiah
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi $\leq 5000$ mg/L

<b>KIMIA ANORGANIK</b>						
ph		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
NO <sub>3</sub> sebagai N	mg/L	10	10	20	20	

NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka $\leq 0,02$ mg/L sebagai NH <sub>3</sub>
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,01	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu $\leq 1$ mg/L

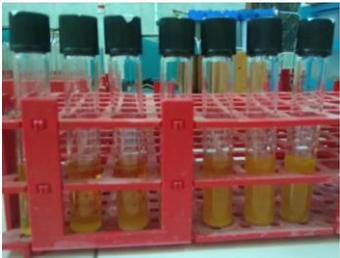
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe $\leq$ 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb $\leq$ 0,1 mg/L
Mangan	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn $\leq$ 5 mg/L
Khlorida	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO <sub>2</sub> -N $\leq$ 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	
<b>MIKROBIOLOGI</b>						
Fecal coliform	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform $\leq$ 2000 jml/100 ml dan total coliform $\leq$ 10000 jml/100ml
Total coliform	jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	

Lampiran 5. Perhitungan N-Total dan P-Total

Stasiun			
Minggu I	BOD	TN/BOD = BOD/0,5	TP/BOD = BOD/0,042
INLET 1	6,25	12,5	148, 809
INLET 2	5,56	11,12	132, 381
Total		23,62	140,595
Minggu II			
INLET 1	5,34	10,68	127,143
INLET 2	4,65	9,3	110,714
Total		19,68	118,928
Minggu III			
INLET 1	5,73	11,46	136,428
INLET 2	6,33	12,66	150,714
Total		24,12	143,571
		22,57333 mg/l <b>22.57 mg/m<sup>3</sup></b> <b>(N-Total)</b>	134,3651 <b>134.365 mg/m<sup>3</sup></b> <b>(P-Total)</b>

Lampiran 6. Dokumentasi

No	Gambar	Keterangan
1		Mengukur suhu dengan thermometer Hg
2		Mengukur kecerahan dengan Secchi Disk
3		Mengukur pH dengan pH paper

4		<p>Mengambil sampel air menggunakan botol aqua 600 ml</p>
5		<p>Mengambil sampel plankton menggunakan plankton net</p>
6		<p>Mengambil sampel air BOD menggunakan botol DO</p>
7		<p>Mengukur BOD dengan DO meter</p>
8		<p>Mengukur nitrat dengan cara dikerakan terlebih dahulu, lalu menghitungnya dengan Spektrofotometer</p>
9		<p>Mengukur COD dengan dimasukan kedalam tabung reaksi terlebih dahulu, lalu menghitungnya dengan COD reaktor ditunggu selama 2 jam</p>

10		Meletakkan air sampel kedalam erlenmeyer dan menghitungnya dengan menggunakan spektrofotometer
----	---	--



