

**STUDI KANDUNGAN BAHAN ORGANIK DI WADUK SENGGURUH
KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG
PROPINSI JAWA TIMUR**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan
Pada Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya**

Oleh :

AFFA ROSDIANA ASHARI

NIM. 0310810001-81

DOSEN PENGUJI I

(Ir. ENDANG YULI H.,MS.)
TANGGAL :

DOSEN PENGUJI II

(YUNI KILAWATI, S.Pi.,MS.)
TANGGAL:

**MENYETUJUI,
DOSEN PEMBIMBING I**

(Ir.MULYANTO,MS.)
TANGGAL:

DOSEN PEMBIMBING II

(ASUS MAIZAR S.H.,S.Pi.,MP.)
TANGGAL:

**MENGETAHUI,
KETUA JURUSAN**

(Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS.)
TANGGAL :

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT dan junjungan kita Nabi Muhammad SAW atas terselesaikannya laporan Skripsi ini. Laporan ini disusun berdasarkan hasil penelitian dengan judul “*Studi Kandungan Bahan Organik di Waduk Sengguruh Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang, Jawa Timur*”, yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya.

Dalam kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Mulyanto, MS., selaku dosen pembimbing I dan Agus Maizar S.Pi., MP., selaku dosen pembimbing II, yang telah berkenan meluangkan waktu dan memberikan nasehat yang sangat berguna untuk penyelesaian laporan skripsi ini.
2. Ir. Endang Yuli H. MS., selaku dosen penguji I dan Yuni Kilawati S.Pi., MS., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan berbagai kritik serta saran yang membangun untuk penyempurnaan laporan ini.
3. Kedua orang tua (bapak dan ibu tercinta) serta kakak yang saya sayangi yang selalu memberikan dorongan dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung serta memberikan dorongan sehingga terselesaikannya laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, tetapi penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Malang, Februari 2008

Penulis

RINGKASAN

Affa Rosdiana Ashari. STUDI KANDUNGAN BAHAN ORGANIK DI WADUK SENGGURUH KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG PROPINSI JAWA TIMUR. Dibawah bimbingan **Ir. Mulyanto, MS. dan Asus Maizar, S.Pi.,MP.**

Penelitian tentang Studi Kandungan Bahan Organik di Waduk Sengguruh Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur ini dilaksanakan di perairan umum Waduk Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur dan Laboratorium Ilmu-ilmu Perairan Universitas Brawijaya Malang. Adapun pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan April-Mei 2007.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar masukan bahan organik yang berasal dari Sungai Lesti dan Sungai Brantas serta untuk mengetahui hubungan antara kandungan bahan organik dengan parameter fisika kimia yang diteliti (suhu, kecerahan, pH, DO, BOD₅, TOM, nitrat, fosfat).

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai informasi dan rujukan dalam menentukan kebijakan guna pemanfaatan dan pengelolaan Waduk Sengguruh dan sumberdaya perairan yang berkelanjutan serta peningkatan dan kelestarian kualitas air dalam hubungannya dengan input bahan organik yang masuk ke Waduk Sengguruh.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey. Pengambilan sampel pada Waduk Sengguruh dilakukan di 6 stasiun yaitu stasiun I (muara Sungai Brantas), II (muara Sungai Lesti), III (daerah tengah waduk), IV (outlet waduk), V (Sungai Brantas), VI (Sungai Lesti). Pengambilan sampel ini dilakukan empat kali dengan selang waktu satu minggu.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis regresi berganda dan metode analisis regresi linier sederhana. Berdasarkan hasil analisis regresi berganda, diperoleh hubungan antara TOM dengan suhu dan kecerahan yaitu semakin tinggi nilai suhu dan kecerahan, maka akan menurunkan jumlah TOM di perairan. Dari hasil output regresi berganda, diperoleh persamaan $TOM = 118 - 3,56 \text{ suhu} - 0,155 \text{ kecerahan}$, dengan nilai R determinasi sebesar 35,2% dan koefisien korelasi sebesar 0,593.

Hasil penelitian diperoleh kandungan bahan organik (TOM) sebesar 10,625 – 25,62 mg/l, suhu antara 25,5 – 27,63 °C, pH 7,35 – 7,6, kecerahan 26,19 – 58,26 cm, DO 5,39 – 8,18 mg/l, BOD₅ 9,97 – 23,39 mg/l, nitrat 0,125 – 0,225 mg/l, fosfat 0,15 – 0,29 mg/l. Masukan bahan organik di perairan Waduk Sengguruh dapat dikatakan cukup besar dan menyebabkan kondisi perairan waduk tercemar sedang.

Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana, diperoleh hubungan korelasi yang kuat antara TOM dengan BOD₅ dan semakin tinggi TOM akan meningkatkan kadar nitrat, fosfat serta pH pada kedalaman 2 m dan akan menurunkan kadar DO dan pH pada kedalaman 0 m.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disarankan perlu adanya tindakan atau upaya manajemen di kawasan Sungai Brantas dan Sungai Lesti terutama peningkatan kesadaran masyarakat agar tidak membuang limbah ke sungai terutama limbah organik.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian	4
2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Waduk Sengguruh	6
2.2 Bahan Organik (TOM)	7
2.3 Parameter Fisika dan Kimia Air	10
2.3.1 Suhu	10
2.3.2 Kecerahan	11
2.3.3 Derajat Keasaman (pH)	11
2.3.4 <i>Disolved Oxygen</i> (DO)	12
2.3.5 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD ₅)	13
2.3.6 Nitrat	14
2.3.7 Fosfat	15
3 MATERI DAN METODE PENELITIAN	16
3.1 Materi Penelitian	16
3.1.1 Alat	16
3.1.2 Bahan	16

3.2 Metode Penelitian	16
3.2.1 Persiapan	17
3.2.2 Menentukan Stasiun Penelitian	17
3.2.3 Teknik Pengambilan Sampel Air	18
3.3 Pengukuran Bahan Organik (TOM) dan Parameter Fisika Kimia Air.....	18
3.3.1 Bahan Organik (TOM)	18
3.3.2 Suhu	19
3.3.3 Kecerahan.....	20
3.3.4 Derajat Keasaman (pH).....	20
3.3.5 <i>Disolved Oxygen</i> (DO).....	20
3.3.6 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD ₅).....	21
3.3.7 Nitrat	22
3.3.8 Fosfat.....	23
3.4 Analisis Data	24
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Kondisi Lokasi Penelitian	26
4.2 Analisis Bahan Organik dan Parameter Fisika Kimia Air	30
4.2.1 Bahan Organik (TOM)	32
4.2.2 Suhu	33
4.2.3 Derajat Keasaman (pH).....	35
4.2.4 Kecerahan.....	35
4.2.5 <i>Disolved Oxygen</i> (DO).....	36
4.2.6 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD ₅).....	37
4.2.7 Nitrat	38
4.2.8 Fosfat.....	38
4.3 Analisis Regresi	39
4.3.1 Analisis Regresi Berganda	39
4.3.2 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik (TOM) dengan BOD ₅	42
4.3.3 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik (TOM) dengan DO	43
4.3.4 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik (TOM) dengan pH	45
4.3.5 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik (TOM) dengan Nitrat	46
4.3.6 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik (TOM) dengan Fosfat	48
5 KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar wilayah Indonesia terdiri dari perairan, baik perairan darat maupun perairan laut. Ekosistem perairan tawar dapat dibedakan menjadi dua yaitu ekosistem perairan tawar tertutup dan ekosistem perairan tawar terbuka. Ekosistem perairan tawar tertutup adalah ekosistem yang dapat dilindungi terhadap pengaruh dari luar, sedangkan ekosistem perairan tawar terbuka adalah ekosistem perairan yang tidak atau sulit dilindungi terhadap pengaruh dari luar. Ekosistem perairan tawar terbuka dibedakan menjadi dua yaitu ekosistem perairan tawar yang mengalir dan ekosistem perairan tawar yang menggenang. Contoh dari perairan yang menggenang (*lentic waters*) yaitu danau, waduk dan rawa. Terbaginya perairan tersebut menjadi beberapa lapisan dari atas ke bawah (stratifikasi) yang berbeda-beda sifatnya karena airnya berhenti merupakan peranan penting yang berpengaruh besar terhadap jasad-jasad hidup di dalamnya. Perairan mengalir (*lotic waters*) adalah mata air dan sungai. Aliran air pada perairan ini biasanya terjadi karena perbedaan ketinggian tempat dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah (Odum, 1993).

Waduk merupakan salah satu perairan umum yang merupakan perairan buatan (*artificial water-bodies*), dibuat dengan cara membendung badan sungai tertentu (Wiadnya,et.al.,1993). Berdasarkan fungsinya, perairan waduk dapat dikelompokkan menjadi waduk tunggal dan waduk serbaguna. Untuk menjaga agar fungsi waduk tetap terjaga maka, pemanfaatan waduk harus memberikan daya guna dan hasil guna yang dikehendaki dalam batas-batas yang optimal dengan tetap memelihara kemampuan dan

kelestarian waduk dan sumber alam lain yang berkaitan dalam ekosistem waduk agar pemanfaatannya berlangsung secara berkelanjutan (Dep.Pekerjaan Umum, 1998).

Waduk menerima masukan air secara terus menerus dari sungai yang mengalirinya. Air sungai ini tentu saja mengandung bahan organik dan anorganik yang dapat menyuburkan perairan waduk. Pada awal terjadinya inundasi (pengisian air) juga terjadi dekomposisi bahan organik yang berlebihan yang berasal dari perlakuan sebelum terjadi inundasi. Dengan demikian, jelas sekali bahwa semua perairan waduk akan mengalami eutrofikasi setelah 1-2 tahun inundasi karena sebagai hasil dekomposisi bahan organik (Wiadnya,*et.al.*,1993).

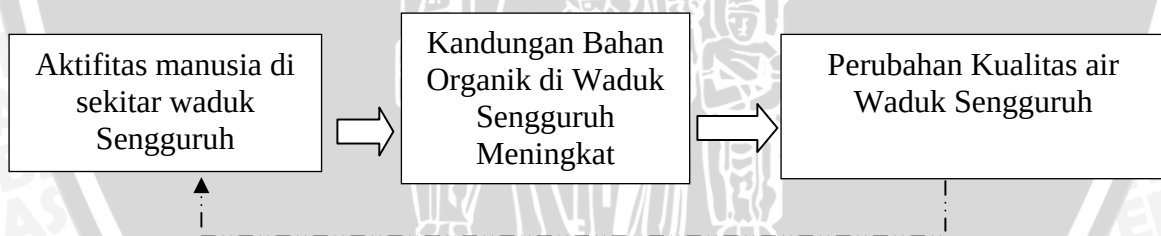
Manusia memanfaatkan waduk untuk berbagai macam keperluan seperti pemenuhan kebutuhan rumah tangga, irigasi, industri, pembangkit tenaga listrik, pengembangan budidaya ikan, dan lain-lain. Selain itu waduk juga kadang dimanfaatkan untuk membuang limbah domestik dan limbah industri. Beragam pemanfaatan tersebut dapat memungkinkan terjadinya beban masukan baik dari perairan itu sendiri maupun dari luar, sehingga dapat mempengaruhi kualitas perairan.

Waduk Sengguruh di Kabupaten Malang terletak di Kecamatan Kepanjen. Waduk tersebut dimanfaatkan keperluan irigasi, pengendali banjir dan pembangkit tenaga listrik. Kondisi topografi di sekitar Waduk Sengguruh ini merupakan daerah perbukitan yang banyak ditumbuhi pepohonan. Secara visual, Waduk Sengguruh memiliki tingkat kekeruhan yang cukup tinggi. Selain mendapat masukan air dari Sungai Lesti, Waduk Sengguruh juga mendapat masukan air dari Sungai Brantas yang di sekitarnya terdapat kawasan pemukiman penduduk. Kegiatan di sekitar sungai yang menjadi masukan air Waduk Sengguruh, mengakibatkan beban masukan bahan organik dari masing-masing sungai memiliki pengaruh yang kurang lebih sama.

Untuk mengkaji sampai seberapa besar kandungan bahan organik di Waduk Sengguruh yang mendapat masukan dari Sungai Lesti dan Sungai Brantas maka dilakukan penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Waduk Sengguruh di Kabupaten Malang dimanfaatkan untuk keperluan irigasi, pengendali banjir dan pembangkit tenaga listrik. Selain perbedaan pemanfaatan ini, Waduk Sengguruh mendapat masukan air dari 2 sungai, yaitu Sungai Lesti dan Sungai Brantas. Di daerah aliran Sungai Brantas dan Sungai Lesti terdapat berbagai kegiatan manusia seperti kegiatan industri pabrik kertas dan kawasan pemukiman, sehingga dapat mempengaruhi perubahan kualitas air sungai sekaligus air yang masuk ke waduk. Beragamnya masukan yang diterima waduk juga menyebabkan meningkatnya bahan organik dalam perairan. Kajian dari permasalahan yang terjadi di Waduk Sengguruh dijelaskan melalui bagan di bawah ini :



Gambar 1. Bagan Rumusan Masalah

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui seberapa besar masukan bahan organik yang berasal dari Sungai Lesti dan Sungai Brantas.

2. Untuk mengetahui hubungan antara kandungan bahan organik (TOM) dengan parameter fisika kimia yang diteliti (suhu, kecerahan, pH, DO, BOD₅, nitrat, fosfat)

1.4 Kegunaan penelitian

Kegunaan dari penelitian ini yaitu :

- a. Mahasiswa

Dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam menentukan kandungan bahan organik di waduk serta memahami permasalahan yang ada dengan memadukan teori yang diperoleh dengan kenyataan lapang.

- b. Program studi Manajemen Sumberdaya Perairan

Dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuan mengenai kandungan bahan organik yang ada di Waduk Sengguruh sehingga dapat digunakan untuk pengelolaan sumberdaya perairan serta dapat menjadi dasar untuk penulisan dan penelitian lebih lanjut.

- c. Masyarakat dan Pemerintah

Dapat dijadikan sebagai informasi dan rujukan dalam menentukan kebijakan guna pemanfaatan dan pengelolaan Waduk Sengguruh dan sumberdaya perairan yang berkelanjutan serta peningkatan dan kelestarian kualitas air dalam hubungannya dengan input bahan organik yang masuk ke Waduk Sengguruh.

1.5 Tempat dan waktu

Penelitian ini dilakukan di perairan umum Waduk Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur dan Laboratorium Ilmu-ilmu Perairan

Universitas Brawijaya Malang. Adapun pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan April-Juni 2007.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waduk Sengguruh

Waduk merupakan proyek penyediaan air irigasi atau pembangkit listrik tenaga air yang secara langsung mendapat masukan air dari suatu sungai. Waduk dapat menahan air pada masa-masa aliran air tinggi untuk digunakan selama masa-masa kekeringan. Disamping menampung air untuk pemanfaatan di kemudian hari, penampungan air banjir tersebut dapat pula memperkecil kerusakan di hilir waduk. Berapapun ukuran waduk atau apa pun tujuan akhir dari pemanfaatan airnya, fungsi utama dari suatu waduk adalah untuk menstabilkan aliran air, baik dengan cara pengaturan persediaan air yang berubah-ubah pada suatu sungai alamiah, maupun dengan cara memenuhi kebutuhan yang berubah-ubah dari para konsumen (Linsley, *et.al.*, 1985)

Waduk merupakan wilayah yang digenangi badan air sepanjang tahun, serta dibentuk atau dibangun atas rekayasa manusia. Waduk dibangun dengan cara membendung aliran sungai sehingga air sungai tertahan sementara dan menggenangi bagian Daerah Aliran Sungai.

Ciri-ciri waduk menurut Subarijanti (1990) adalah :

1. Tepian waduk : curam dan landai
2. Kedalaman : 30-100m
3. Draw-down (water level fluctuation) : 5-25m
4. Pinggiran (periphery) : banyak teluk
5. Pergantian air (water retention time) : sering dan penuh
6. Pasang surutnya dibandingkan danau lebih besar.

Waduk biasanya melimpahkan airnya dari dasar, berbeda dengan danau yang biasanya melimpahkan airnya dari permukaan. Air yang dibuang oleh waduk dari dasar itu dingin, kaya akan makanan tetapi miskin oksigen, air hangat tetap tinggal di waduk. Genangan itu menjadi perangkap panas dan pengekspor makanan (Odum, 1993).

Waduk Sengguruh merupakan salah satu badan air yang terjadi akibat pembendungan Sungai Brantas yang bermata air di Gunung Anjasmoro dan Sungai Lesti yang bermata air di Gunung Semeru. Proyek waduk merupakan salah satu proyek nasional yang berada di lingkungan Badan Pelaksana Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Kali Brantas (Proyek Brantas) yang dilaksanakan berdasarkan kerjasama Direktorat Jendral Pengairan Departemen Pekerjaan Umum dengan PLN – Direktorat Jendral Listrik dan Energi Baru, Departemen Pertambangan dan Energi sebelum diserahkan pengelolaannya kepada Perum Jasa Tirta. Pembangunan waduk dimulai pada tahun 1982 dan selesai tahun 1989.

Dilihat secara visual, kondisi perairan Waduk Sengguruh tergolong tercemar dengan tingkat kekeruhan yang cukup tinggi. Hal tersebut dimungkinkan karena adanya kandungan bahan-bahan organik yang terdapat di perairan waduk. Manfaat dari Waduk Sengguruh ini adalah untuk pembangkit listrik tenaga air dan juga digunakan untuk irigasi sawah-sawah yang terletak cukup jauh dari waduk, sedangkan lahan di sekitar waduk digunakan untuk perkebunan.

2.2 Bahan Organik (TOM)

Bahan organik total atau *Total Organic Matter* (TOM), menggambarkan bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut (*Dissolved Organic Matter*), tersuspensi (*particulate*) dan koloid (Hariyadi, *et.al.*, 1992).

Menurut *Sawyer dan McCarty* (1978 dalam *Effendi* 2003), karakteristik bahan organik yang membedakannya dengan bahan anorganik adalah sebagai berikut :

1. Mudah terbakar.
2. Memiliki titik beku dan titik didih rendah.
3. Biasanya lebih sukar larut dalam air.
4. Bersifat isomerisme.
5. Reaksi dengan senyawa lain berlangsung lambat karena bukan terjadi dalam bentuk ion.
6. Berat molekul biasanya sangat tinggi.
7. Sebagian besar dapat berperan sebagai bahan makanan bagi bakteri.

Bahan organik yang terdapat dalam suatu perairan biasa disebut sebagai *allochthonous* dan *autochthonous*. *Allochthonous* yaitu bahan organik yang berasal dari daerah sekitarnya yang terbawa aliran masuk ke perairan tersebut. *Autochthonous* yaitu bahan organik yang berasal dari dalam perairan itu sendiri sebagai hasil pembusukan organisme-organisme yang mati, dan hasil produksi primer di daerah pelagik oleh fitoplankton di perairan. Penumpukan bahan organik dalam suatu perairan dapat mengakibatkan terjadinya penurunan pH perairan, peningkatan H_2S , penurunan oksigen dan tingkat kecerahannya menurun. Banyaknya bahan organik yang larut seperti protein, lemak, karbohidrat dan hasil perombakan bahan-bahan organik tersebut umumnya memiliki jumlah yang lebih, sampai beberapa kali banyaknya daripada bahan-bahan yang melayang (terutama plankton) (*Subarijanti*, 1990).

Pencemaran air oleh bahan-bahan organik, akan menyebabkan terjadinya pengurangan kadar oksigen dalam perairan. Proses pembusukan dari bahan-bahan organik yang memerlukan oksigen itu akan menyebabkan kadar oksigen dalam waduk

menurun, bahkan dapat mencapai nol. Jika hal ini terjadi akan menyebabkan kematian masal bagi kehidupan yang ada di perairan. Selain kekurangan oksigen, pembusukan bahan organik juga akan menyebabkan timbulnya H_2S dan ammonia (NH_3) yang beracun bagi semua organisme terutama hewan air, juga terjadi penurunan pH air.

Keberadaan bahan organik di perairan waduk dapat berasal dari alam ataupun dari aktivitas rumah tangga dan industri. Adanya kandungan bahan organik di perairan dapat meningkatkan kekeruhan, selain itu juga dapat mengurangi kandungan oksigen dalam air karena oksigen akan dimanfaatkan oleh bakteri untuk penguraian bahan-bahan organik tersebut. Jika kondisi perairan keruh dan tidak cukup oksigen, maka organisme di dalam perairan dapat mengalami kematian. Kandungan bahan organik ini dapat menurunkan kondisi kualitas perairan waduk.

Menurut Subarijanti (1990), penumpukan bahan organik di perairan akan menyebabkan penurunan kecerahan di epilimnion, sedangkan perubahan yang terjadi dalam suatu perairan ialah :

1. Penurunan pH
2. Peningkatan daya hantar listrik (DHL) atau alkalinitas pada lapisan bawah
3. Peningkatan H_2S
4. Depleksi (penurunan) oksigen
5. Kecerahannya menjadi rendah.

Menurut Ryadi (1984), proses penguraian bahan organik secara alamiah pada umumnya lebih mudah daripada bahan anorganik maupun bahan sintetik lainnya. Penguraian bahan organik tidak dapat dipisahkan dengan keberadaan oksigen di perairan. Oleh karena itu, hal tersebut nantinya akan dihubungkan dengan masalah kebutuhan oksigen oleh organisme (*biological oxygen demands* = BOD) untuk pembusukan

maupun tersedianya oksigen (*dissolved oxygen* = D.O) untuk kehidupan organisme itu sendiri dalam perairan.

2.3 Parameter Fisika dan Kimia Air

2.3.1 Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (latitude), ketinggian dari permukaan air laut (altitude), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Suhu juga berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya (Effendi, 2003).

Menurut Kristanto (2002), naiknya suhu air akan menimbulkan akibat sebagai berikut :

1. Menurunnya jumlah oksigen yang terlarut dalam air
2. Meningkatnya kecepatan reaksi kimia
3. Mengganggu kehidupan ikan dan hewan air lainnya
4. Jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya mungkin akan mati.

Penurunan kadar oksigen yang disebabkan oleh peningkatan suhu dapat menyebabkan proses penguraian atau dekomposisi bahan organik menjadi terhambat, sehingga pencemaran perairan akan semakin meningkat. Perairan tawar memiliki variasi suhu yang tidak mencolok. Berdasarkan kedalamannya, rata-rata suhu yang dimiliki perairan tawar dapat dibedakan sebagai berikut : pada kedalaman 1 m suhu rata-rata 21,55°C, pada kedalaman 5 m suhu rata-rata 21,57°C, pada kedalaman 10 m suhu rata-

rata 21, 15°C, pada kedalaman 20 m suhu rata-rata 20,70°C, pada kedalaman 50 m suhu rata-rata bisa mencapai 19,35°C (Garno, 2004).

2.3.2 Kecerahan

Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*. Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan meter. Keadaan cuaca, kekeruhan air dan waktu pengamatan sangat berpengaruh terhadap hasil pengukuran. Pengukuran kecerahan sebaiknya dilakukan saat cuaca cerah antara pukul 09.00 – 15.00 dan matahari tidak tertutup awan (Hariyadi, *et.al.*, 1992).

Kekeruhan dalam perairan itu sendiri biasanya diakibatkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme serta bahan – bahan anorganik lainnya (Effendi, 2003).

Nilai kecerahan berbanding terbalik dengan kekeruhan. Apabila dalam perairan terjadi penumpukan bahan yang menyebabkan kekeruhan meliputi : tanah liat, lumpur, bahan organik dan partikel-partikel kecil yang tersuspensi lainnya, maka tingkat kecerahan dari perairan akan menurun dan nilai kekeruhan akan meningkat (Rusbandi, 1997).

2.3.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion Hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi asam atau basa. Secara alamiah pH perairan dipengaruhi oleh konsentrasi CO₂ dan senyawa bersifat asam. Fitoplankton dan tanaman air lainnya akan mengambil CO₂ dari air selama proses fotosintesis sehingga

mengakibatkan pH air meningkat pada siang hari dan menurun pada malam hari (Boyd, 1981).

Nilai pH air yang normal adalah netral, yaitu antara 6 sampai 8, sedangkan pH air yang tercemar, misalnya air limbah (buangan) berbeda-beda, tergantung dari jenis limbahnya. Perubahan keasaman pada air limbah, baik ke arah alkali (pH naik) maupun ke arah asam (pH turun), akan sangat mengganggu kehidupan ikan dan hewan air (Kristanto, 2002).

Untuk mendukung kehidupan biota di air tawar seperti waduk, dibutuhkan nilai kisaran pH antara 6,7 sampai 8,6. Fluktuasi pH sangat dipengaruhi oleh proses respirasi, karena gas karbondioksida yang dihasilkannya. Semakin banyak karbondioksida yang dihasilkan dari proses respirasi, maka pH akan semakin rendah. Namun sebaliknya jika aktifitas fotosintesis semakin tinggi maka akan menyebabkan pH semakin tinggi (Subarijanti, 2000).

2.3.4 Dissolved Oxygen (DO)

Menurut Kristanto (2002), oksigen adalah gas yang tidak berbau, tidak berasa dan hanya sedikit larut dalam air. Untuk mempertahankan hidupnya, makhluk yang tinggal di dalam air, baik tumbuhan maupun hewan, bergantung pada oksigen yang terlarut ini. Jadi, kadar oksigen terlarut dijadikan ukuran untuk menentukan kualitas air. Kehidupan di air dapat bertahan jika terdapat oksigen terlarut minimal sebanyak 5 mg/l.

Difusi oksigen dari atmosfer ke perairan pada hakekatnya berlangsung relatif lambat meskipun terjadi pergolakan massa air. Oleh karena itu, sumber utama oksigen di perairan adalah fotosintesis. Sebagian besar oksigen di perairan seperti danau dan waduk merupakan hasil sampingan aktivitas fotosintesis. Oksigen terlarut dalam jumlah cukup

diperlukan oleh ikan dan organisme akuatik lainnya. Kebutuhan oksigen sangat dipengaruhi oleh suhu dan bervariasi antar organisme (Arifin, 2000).

Di perairan tawar seperti danau, rawa dan waduk, kadar oksigen terlarut berkisar antara 15 mg/l pada suhu 0°C dan 8 mg/l pada suhu 25°C. Pada siang hari, pelepasan oksigen oleh fotosintesis yang berlangsung intensif pada lapisan eufotik lebih besar daripada oksigen yang dikonsumsi oleh proses respirasi. Pada malam hari, fotosintesis berhenti tetapi respirasi terus berlangsung, sehingga kadar oksigen maksimum terjadi pada sore hari dan kadar oksigen minimum terjadi pada pagi hari (Effendi, 2003).

Semakin banyak kandungan bahan organik di perairan, maka jumlah oksigen terlarut akan semakin menurun. Selain digunakan untuk respirasi, oksigen tersebut juga akan dimanfaatkan untuk proses penguraian bahan-bahan organik di perairan.

2.3.5 Biological Oxygen Demand (BOD₅)

Biological Oxygen Demand adalah sejumlah oksigen dalam sistem air yang dibutuhkan oleh bakteri aerobik untuk menetralkan atau menstabilkan bahan-bahan sampah (organik) dalam air melalui proses oksidasi biologis (*biological oxydation*) secara dekomposisi aerobik (Ryadi, 1984).

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri dan untuk mendesain sistem-sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, kalau suatu badan air dicemari oleh zat organik, maka bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut. Selama proses oksidasi tersebut, bisa mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi anaerobik serta dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut (Alaerts dan Santika, 1987).

Nilai BOD perairan dipengaruhi oleh suhu, densitas plankton, keberadaan mikroba, serta jenis dan kandungan bahan organik. Pada perairan alami, yang berperan sebagai sumber bahan organik adalah pembusukan tanaman. Perairan alami memiliki BOD antara 0,5-7,0 mg/l. Perairan yang memiliki nilai BOD lebih dari 10 mg/l dianggap telah mengalami pencemaran (Effendi, 2003).

2.3.6 Nitrat

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi amonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter* (Effendi, 2003).

Pada umumnya nitrogen dibutuhkan jauh lebih banyak daripada kebutuhan fosfor. Perairan alami mempunyai kandungan nitrogen lebih tinggi dibandingkan kandungan fosfor. Namun, kandungan nitrogennya masih dibawah normal untuk produksi perairan tambak (Widjanarko, 2005).

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

Kadar nitrat-nitrogen dalam perairan alami hampir tidak pernah melebihi 0,1 mg/l. Kadar nitrat lebih dari 5 mg/l menggambarkan terjadinya pencemaran yang berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan. Kadar nitrat-nitrogen lebih dari 0,2 mg/l dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi (Effendi, 2003).

2.3.7 Fosfat

Di perairan, unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat. Fosfor membentuk kompleks dengan ion besi dan kalsium pada kondisi aerob, bersifat tidak larut dan mengendap pada sedimen sehingga tidak bisa dimanfaatkan oleh algae akuatik (Jaffries dan Mills *dalam* Effendi 2003).

Fosfor di perairan terdapat dalam tiga bentuk, yaitu ortofosfat, metafosfat, dan polyfosfat. Dari ketiga bentuk tadi hanya ortofosfat (PO_4^{3-}) yang dimanfaatkan oleh algae, dan ortofosfat ini memegang peranan penting dalam kebanyakan reaksi enzim fosforilase. Hal ini karena fosfor merupakan bagian dari inti sel, sangat penting dalam pembelahan sel dan juga sebagai penyusun lemak dan protein (Sarief *dalam* Subarijanti, 2000).

Berdasarkan kadar ortofosfat, perairan diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu: perairan oligotrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0,003 - 0,01 mg/l, perairan mesotrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0,011 - 0,03 mg/l, dan perairan eutrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0,031 - 0,1 mg/l (Wetzel *dalam* Effendi, 2003).

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi penelitian

Materi dalam penelitian ini meliputi kandungan bahan organik (TOM) di perairan Waduk Sengguruh dengan parameter fisika kimia antara lain suhu, pH, kecerahan, DO, BOD₅, nitrat dan fosfat.

3.1.1 Alat

- | | | |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| 1. Termometer | 6. Kemmerer water sampler | 11. Spektrofotometer |
| 2. Secchi Disk | 7. pH pen | 12. Gelas ukur 50 ml |
| 3. Statif dan Buret | 8. Pipet Tetes | 13. Beaker glass 50 ml |
| 4. Pipet Volume 10 ml | 9. Erlenmeyer | 14. Botol DO |
| 5. Botol Sampel | 10. Bola hisap | 15. Kertas saring |

3.1.2 Bahan

- | | | |
|--|-------------------------|---|
| 1. Aquadest | 6. Asam fenoldisulfonik | 10. MnSO ₄ |
| 2. Indikator Amylum | 7. Na-oxalate | 11. H ₂ SO ₄ pekat |
| 3. NH ₄ OH | 8. SnCl ₂ | 12. Na ₂ S ₂ O ₃ |
| 4. H ₂ SO ₄ 1: 4 | 9. NaOH + KI | 13. KMnO ₄ |
| 5. Ammonium molybdate – asam sulfat | | |

3.2 Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey. Survey bertujuan untuk mempelajari hubungan antar variabel, khususnya hubungan sebab akibat (Rosenberg dan Galtung, 1982). Umumnya pengertian survey dibatasi pada pengertian survey sampel dimana informasi dikumpulkan dari sebagian populasi untuk mewakili

seluruh populasi (Singarimbun dan Effendi, 1995). Prosedur penelitian meliputi beberapa tahapan sebagai berikut :

3.2.1 Persiapan

Pada tahap persiapan, kegiatan yang dilakukan sebagai berikut :

1. Survey awal ke lokasi penelitian sebagai dasar penetapan stasiun.
2. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan saat penelitian.

3.2.2 Menentukan stasiun penelitian

Berdasarkan hasil survey lapang, maka ditentukan 6 stasiun penelitian yaitu sebagai berikut (denah lokasi dapat dilihat pada Lampiran 3) :

Stasiun I : Muara Sungai Brantas

Stasiun II : Muara Sungai Lesti

Stasiun III : Daerah tengah waduk (pertemuan antara Sungai Brantas dan Sungai Lesti di Waduk Sengguruh), pengambilan sampel pada lokasi ini karena diduga materi Sungai Brantas dan Sungai Lesti berkumpul jadi satu, sehingga dimungkinkan banyak bahan organik yang ditemukan di lokasi ini.

Stasiun IV : Daerah outlet Waduk Sengguruh

Stasiun V : Sungai Brantas, pengambilan sampel di Sungai Brantas ini juga dikarenakan Sungai Brantas adalah salah satu masukan air Waduk Sengguruh yang lokasinya dikelilingi daerah pemukiman.

Stasiun VI : Sungai Lesti, pengambilan sampel di Sungai Lesti ini dikarenakan Sungai Lesti merupakan salah satu sumber masukan air di Waduk Sengguruh,

disamping itu terdapat industri yang membuang air limbahnya di sungai tersebut.

3.2.3 Teknik Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air dilakukan pada musim kemarau di enam stasiun masing-masing pada pukul 09.00-15.00 sebanyak empat kali dengan selang waktu satu minggu. Pengambilan sampel air waduk dilakukan pada 2 kedalaman yaitu di permukaan dan kedalaman 2 m, karena Waduk Sengguruh, Sungai Brantas dan Sungai Lesti memiliki kedalaman yang cukup dangkal yaitu 2,5 hingga 3 m dan nilai kecerahan yang kecil pada saat dilakukan survey atau penelitian pendahuluan.

Untuk parameter kualitas air dengan kedalaman 2 m diambil menggunakan *Kemmerer water sampler*. Parameter yang diukur langsung di lokasi penelitian yaitu suhu, kecerahan, pH, DO. Parameter yang diukur di laboratorium yaitu TOM, nitrat, ortofosfat dan BOD₅.

3.3 Pengukuran Bahan Organik (TOM) dan Parameter Fisika Kimia Air

3.3.1 Bahan Organik (TOM) (Fakultas Perikanan Brawijaya, 2005)

1. Mengambil air sampel permukaan secara langsung dengan menggunakan botol aqua 600 ml.
2. Pengambilan sampel air dari kedalaman 2 m menggunakan alat bantu *kemmerer water sampler*, kemudian dituangkan ke dalam botol aqua 600 ml.
3. Mengambil 25 ml air sampel, dan memasukkannya ke dalam Erlenmeyer.
4. Menambahkan 4,75 ml KMnO₄ dari buret.
5. Menambahkan 5 ml H₂SO₄ 1 : 4
6. Memanaskan sampai suhu 70°-80° C, kemudian mengangkatnya.

7. Bila suhu telah turun menjadi 60°C, langsung menambahkan Natrium oksalat 0,01 N, secara perlahan-lahan sampai tidak berwarna.
8. Menitrasi dengan KMnO_4 0,1 N sampai berubah warna pink, catat ml titran (x ml)

Perhitungan :

$$\text{TOM (mg/l)} = \frac{(x-y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{\text{ml sampel}}$$

Keterangan : - x = ml titran untuk air sampel

- y = ml titran untuk aquades (larutan blanko)

3.3.2 Suhu (Fakultas Perikanan Brawijaya, 2005)

1. Memasukkan termometer air raksa ke dalam air permukaan.
2. Saat memasukkan termometer ke dalam waduk tidak diperbolehkan memegang badan termometer melainkan yang dipegang adalah tali dari thermometer agar suhu yang ditunjukkan tidak dipengaruhi oleh suhu tubuh kita.
3. Membiarkan selama kurang lebih 3 menit.
4. Skala termometer harus dibaca pada saat termometer berada dalam badan air, bukan pada saat termometer diangkat dari badan air agar skala yang ditunjukkan termometer tidak dipengaruhi oleh suhu lingkungan.
5. Untuk kedalaman 2 m, pengambilan air dilakukan dengan alat bantu *kemmerer water sampler*.
6. Termometer segera dimasukkan ke dalam *kemmerer water sampler* yang baru diangkat dari perairan.
7. Saat memasukkan termometer ke dalam *kemmerer water sampler*, dikondisikan terlindungi dari udara luar.
8. Membiarkan selama kurang lebih 2-5 menit.
9. Membaca skala termometer.

3.3.3 Kecerahan (Fakultas Perikanan Brawijaya, 2005)

1. Memasukkan piringan *secchi disk* ke dalam air sampai batas dimana permukaan *secchi disk* mulai tidak terlihat pertama kali, kemudian beri tanda pada tali.
2. Memasukkan lagi *secchi disk* lebih dalam sampai benar-benar tidak terlihat, kemudian menarik secara perlahan sampai batas dimana permukaan *secchi disk* mulai terlihat, kemudian diberi tanda lagi.
3. Menghitung panjang tali dari permukaan *secchi disk* sampai tanda yang telah dibuat, kemudian mencatat panjang talinya.

4. Memasukkan dalam rumus:
$$\text{Kecerahan} = \frac{\text{kedalaman 1} + \text{kedalaman 2}}{2}$$

3.3.4 Derajat Keasaman (pH) (Fakultas Perikanan Brawijaya, 2005)

1. Memasukkan pH pen dalam perairan dan tunggu selama beberapa saat.
2. Membaca angka yang tertera pada pH pen.
3. Untuk pH perairan kedalaman 2 m, pengambilan sampel dilakukan dengan alat bantu *kemmerer water sampler*.
4. Mengambil sampel air beberapa ml dengan menggunakan gelas aqua dari dalam *kemmerer water sampler*.
5. Memasukkan pH pen ke dalam air yang ada pada gelas aqua tersebut
6. Membaca angka yang tertera pada pH pen.

3.3.5 Dissolved Oxygen (DO) (Fakultas Perikanan Brawijaya, 2005)

1. Mengambil DO permukaan secara langsung dengan menggunakan botol DO
2. Untuk mengambil DO perairan kedalaman 2 m menggunakan *kemmerer water sampler*, yang di dalamnya telah diletakkan botol DO.

3. Mengambil botol DO dari dalam *kemmerer water sampler*.
4. Memberi label pada masing-masing botol DO sesuai stasiun dan kedalamannya
5. Menambahkan 2 ml MnSO_4 dan 2 ml NaOHKI .
6. Mengocok dan membiarkan beberapa saat hingga terjadi endapan.
7. Menambahkan 1 ml H_2SO_4 dan dikocok lagi sampai endapan terlarut.
8. Menambahkan 2-8 tetes indikator amylum hingga terbentuk warna biru.
9. Melanjutkan titrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hingga jernih.
10. Mencatat volume titrasi dan memasukkan ke dalam rumus :

$$\text{DO (mg/l)} = \frac{\text{Volume Titrasi} \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 (0,025) \times 1000 \times 8}{\text{Volume Total Botol DO} - 4}$$

3.3.6 Biological Oxygen Demand (BOD_5) (Hariyadi.et.al.,1992)

1. Mengambil air sampel sesuai kedalaman yang dikehendaki, untuk kedalaman 2 m menggunakan alat bantu *kemmerer water sampler*.
2. Meningkatkan kadar oksigen air sampel dengan mengaerasi menggunakan aerator baterai selama ± 5 menit. Peningkatan kadar oksigen juga dapat dilakukan dengan cara menuangkan air sampel dari botol satu ke botol yang lain dan sebaliknya, sebanyak 15 kali atau lebih (pada prinsipnya, maksud dari prosedur ini adalah agar tersedia oksigen berlebih untuk dekomposisi sampai hari terakhir inkubasi).
3. Memberi label pada masing-masing botol sesuai dengan stasiun dan kedalamannya
4. Memindahkan air sampel tersebut ke dalam botol BOD gelap dan terang sampai penuh. Air dalam botol BOD terang segera dianalisis kadar oksigen terlarutnya (DO_1). Botol gelap dan sampel di dalamnya diinkubasi dalam BOD inkubator pada

suhu 20°C. Setelah 5 hari, menentukan kadar oksigen terlarut dalam botol gelap ini (DO₅).

5. Penentuan kadar oksigen ini dilakukan secara titrimetrik.

Perhitungan :

$$\text{BOD}_5 = (\text{DO}_1 - \text{DO}_5) \times \text{faktor pengenceran}$$

Keterangan : DO₁ = DO sampel hari pertama

DO₅ = DO sampel hari ke lima

3.3.7 Nitrat (Fakultas Perikanan Brawijaya, 2005)

1. Mengambil sampel air dari permukaan secara langsung dengan menggunakan botol aqua 600 ml.
2. Menambahkan 2 tetes H₂SO₄ ke dalam botol tersebut sebagai bahan preservasi.
3. Mengambil sampel air untuk nitrat kedalaman 2 m dengan alat bantu *kemmerer water sampler*.
4. Kemudian memasukkan air dari dalam *kemmerer water sampler* ke botol 60 ml.
5. Memberi label pada masing-masing botol sesuai stasiun dan kedalamannya.
6. Menyiapkan larutan standar pembanding.
7. Mengambil 25 ml air sampel kemudian disaring dan dituangkannya kedalam *beaker glass*.
8. Menguapkannya diatas pemanas sampai kering.
9. Membiarkannya hingga dingin.
10. Menambahkan 2 ml asam fenol disulfonik dan mengaduknya dengan spatula.

11. Mengencerkan sampel dengan 10 ml aquades.
12. Menambahkan NH_4OH (1:1) sampai terbentuk warna. Kemudian mengencerkan sampai 100 ml dengan aquades.
13. Memasukkan sampel dalam tabung reaksi dan membaca nilainya dengan alat spektrofotometer.

3.3.8 Fosfat (Fakultas Perikanan Brawijaya, 2005)

1. Mengambil sampel air dari permukaan secara langsung dengan menggunakan botol aqua 600 ml.
2. Mengambil sampel air dari kedalaman 2 m dengan alat bantu *kemmerer water sampler*.
3. Memasukkan air dari dalam *kemmerer water sampler* ke botol aqua 600 ml.
4. Memberi label pada masing-masing botol sesuai stasiun dan kedalamannya.
5. Menyiapkan larutan standar pembanding.
6. Mengambil 25 ml air sampel ke dalam erlenmeyer.
7. Menambahkan 1 ml ammonium molybdat kemudian dikocok sampai larutan bercampur.
8. Menambahkan 2 tetes SnCl_2 kemudian mengocoknya lagi.
9. Memasukkan sampel pada tabung reaksi.
10. Membaca nilainya dengan alat spektrofotometer.

3.4 Analisis data

Dalam menganalisis hubungan antara kandungan bahan organik dengan suhu, pH, kecerahan, DO, BOD₅, nitrat dan fosfat digunakan korelasi (R) dan analisis regresi. Menurut Sahri (1992) konsep korelasi menelaah keeratan hubungan antara dua peubah atau lebih. Bila peubah yang terlihat hanya dua, maka korelasinya adalah korelasi sederhana.

Hubungan yang didapat bila data terdiri atas dua atau lebih variabel umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antar variabel- variabel. Studi yang menyangkut masalah ini dikenal dengan analisis regresi (Sudjana dalam Karim, 2002). Berdasarkan parameter yang diamati, maka analisis yang digunakan adalah analisis regresi berganda yaitu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh suhu dan kecerahan terhadap nilai TOM dan analisis linier sederhana yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh TOM terhadap BOD₅, DO, pH, serta kandungan nitrat dan fosfat di perairan.

Menurut Iriawan dan Astuti (2006), model regresi memiliki variabel tidak bebas (y) dan variabel bebas (x). Variabel tidak bebas adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Pada penelitian ini yang menjadi variabel tidak bebas adalah kandungan bahan organik, sedangkan variabel bebasnya adalah suhu dan kecerahan. Analisis regresi yang memiliki lebih dari satu variabel bebas mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i + \varepsilon$$

Dimana : y : variabel tidak bebas

x₁, x₂... x_i : variabel bebas

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i$: parameter model untuk prediktor tertentu

ε : residual error

Dalam analisis selanjutnya, dimana TOM menjadi variabel bebas, maka analisis yang digunakan adalah analisis regresi linier sederhana. Menurut Sahri (1992), bila ada satu variabel bebas yang menjelaskan variabel tidak bebas maka analisis regresi yang digunakan adalah analisis regresi linier sederhana. Adapun model regresi liniernya adalah sebagai berikut :

$$Y = a + bx$$

Dimana : Y : BOD₅, DO, pH, nitrat dan fosfat
 x : TOM
 a : intercep
 b : koefisien regresi



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi lokasi penelitian

Waduk merupakan wilayah yang digenangi badan air sepanjang tahun, serta dibentuk atau dibangun atas rekayasa manusia. Waduk dibangun dengan cara membendung aliran sungai sehingga air sungai tertahan sementara dan menggenangi bagian Daerah Aliran Sungai.

Waduk biasanya melimpahkan airnya dari dasar, berbeda dengan danau yang biasanya melimpahkan airnya dari permukaan. Air yang dibuang oleh waduk dari dasar itu dingin, kaya akan makanan tetapi miskin oksigen, air hangat tetap tinggal di waduk. Genangan itu menjadi perangkap panas dan pengekspor makanan (Odum, 1993).

Waduk Sengguruh merupakan salah satu badan air yang terjadi akibat pembendungan Sungai Brantas yang bermata air di Gunung Anjasmoro dan Sungai Lesti yang bermata air di Gunung Semeru. Proyek waduk merupakan salah satu proyek nasional yang berada di lingkungan Badan Pelaksana Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Kali Brantas (Proyek Brantas) yang dilaksanakan berdasarkan kerjasama Direktorat Jendral Pengairan Departemen Pekerjaan Umum dengan PLN – Direktorat Jendral Listrik dan Energi Baru, Departemen Pertambangan dan Energi sebelum diserahkan pengelolaannya kepada Perum Jasa Tirta. Pembangunan waduk dimulai pada tahun 1982 dan selesai tahun 1989.

Dilihat secara visual, kondisi perairan Waduk Sengguruh tergolong tercemar dengan tingkat kekeruhan yang cukup tinggi. Hal tersebut dimungkinkan karena adanya kandungan bahan-bahan organik yang terdapat di perairan waduk. Manfaat dari Waduk Sengguruh ini adalah untuk pembangkit listrik tenaga air dan juga digunakan untuk

irigasi sawah-sawah yang terletak cukup jauh dari waduk, sedangkan lahan di sekitar waduk digunakan untuk perkebunan.

Daerah pengambilan contoh air pada penelitian ini dibagi atas enam stasiun. Stasiun satu merupakan daerah muara Sungai Brantas atau daerah Waduk Sengguruh yang mendapat masukan dari Sungai Brantas. Stasiun ini merupakan pintu masuknya air dari Sungai Brantas ke Waduk Sengguruh. Air dari Sungai Brantas merupakan air yang sudah dicemari oleh limbah rumah tangga dan limbah pertanian. Berikut gambaran kondisi stasiun satu beserta letak pengambilan sampel air yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Stasiun Satu Inlet Sungai Brantas

Stasiun dua berada di daerah muara Sungai Lesti atau daerah Waduk Sengguruh yang mendapat masukan dari Sungai Lesti. Stasiun ini merupakan pintu masuknya air dari Sungai Lesti menuju ke Waduk Sengguruh. Kondisi air di stasiun ini lebih keruh dari stasiun satu karena air yang dialirkan dari Sungai Lesti mengandung limbah pabrik kertas yang berada di dekat Sungai Lesti. Gambaran kondisi stasiun dua beserta letak pengambilan sampel air dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Stasiun Dua Inlet Sungai Lesti

Stasiun tiga merupakan daerah pertemuan antara stasiun satu dengan stasiun dua. Daerah ini jauh dari pepohonan, karena letaknya yang berada di tengah-tengah waduk, dimana airnya merupakan percampuran dari air yang berasal dari Sungai Brantas dengan air yang berasal dari Sungai Lesti. Kondisi daerah stasiun tiga beserta letak pengambilan sampel air dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Stasiun Tiga Pertemuan antara Stasiun Satu dan Dua

Stasiun empat berada di daerah outlet Waduk Sengguruh. Stasiun ini merupakan lokasi dimana air dari waduk dikeluarkan untuk keperluan pembangkit listrik. Pada lokasi ini juga biasanya tempat berkumpulnya sampah-sampah maupun tanaman enceng gondok, baik yang berasal dari Sungai Brantas maupun Lesti. Kondisi stasiun empat beserta letak pengambilan sampel air dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Stasiun Empat Outlet

Stasiun lima berada di Sungai Brantas. Sungai ini merupakan sungai yang menjadi salah satu sumber air bagi Waduk Sengguruh. Daerah ini merupakan kawasan yang dikelilingi oleh pemukiman dan terdapat areal pertanian di sekitarnya. Pada stasiun ini, tidak begitu keruh, karena lokasi pengambilan contoh air masih cukup jauh dari daerah pemukiman yang padat penduduk, namun sungai ini dikelilingi oleh banyak tanaman dan pepohonan. Gambaran lokasi stasiun lima beserta letak pengambilan sampel air dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Stasiun Lima Sungai Brantas

Stasiun enam berada di daerah Sungai Lesti. Sungai Lesti ini juga merupakan salah satu sumber air Waduk Sengguruh. Air sungai cukup keruh karena mendapat masukan dari limbah pabrik kertas yang lokasinya berada di dekat Sungai Lesti.

Gambaran kondisi stasiun enam beserta letak pengambilan sampel air dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Stasiun Enam Sungai Lesti

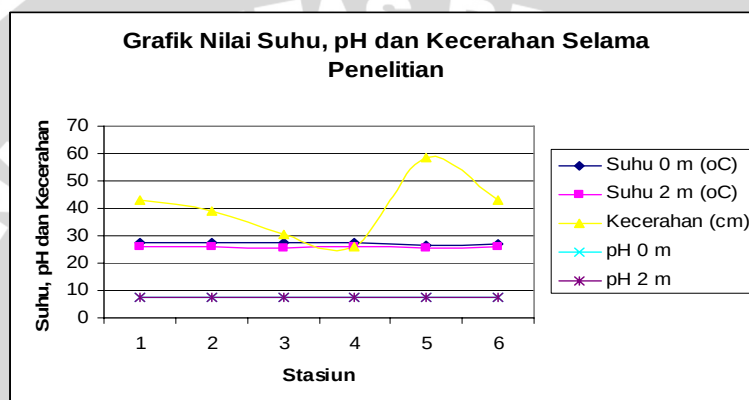
4. 2 Analisis Bahan Organik dan Parameter Fisika Kimia Air

Berdasarkan hasil pengukuran bahan organik dan kualitas air baik secara fisika maupun kimia di Waduk Sengguruh selama penelitian, didapatkan rata-rata hasil pengukuran seperti yang tertera pada Tabel 1 serta grafik nilai rata-rata kandungan bahan organik dan parameter kualitas air yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 8, 9 dan 10.

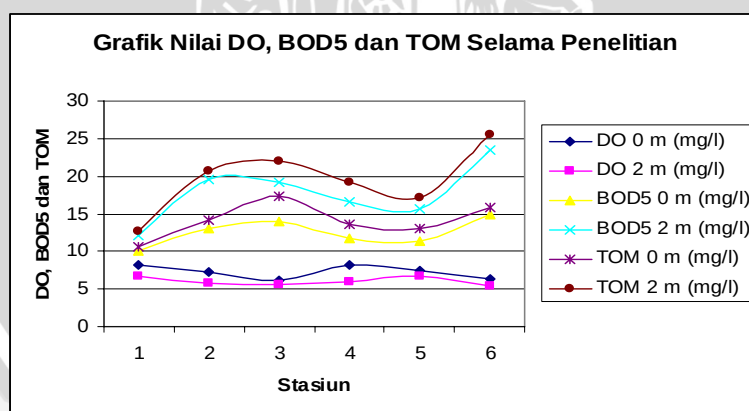
Tabel 1. Hasil Rata-Rata Pengukuran Kandungan Bahan Organik dan Parameter Fisika Kimia Air di Waduk Sengguruh pada Bulan April – Mei 2007

Parameter	Kedalaman (m)	Stasiun					
		1	2	3	4	5	6
TOM (mg/l)	0	10,625	14,095	17,403	13,578	12,958	15,925
	2	12,685	20,608	21,938	19,24	17,085	25,62
Suhu (°C)	0	27,5	27,5	27,63	27,5	26,75	27,25
	2	26	25,88	25,75	26	25,5	26
pH	0	7,6	7,55	7,575	7,53	7,53	7,55
	2	7,48	7,43	7,5	7,45	7,35	7,48
Kecerahan (cm)	-	43,13	39	30,63	26,19	58,26	43,13
DO (mg/l)	0	8,18	7,21	6,19	8,14	7,45	6,33
	2	6,77	5,72	5,50	5,92	6,77	5,39

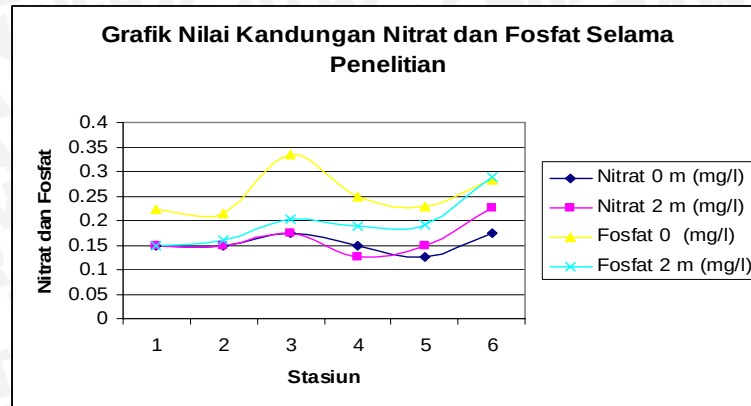
Parameter	Kedalaman (m)	Stasiun					
		1	2	3	4	5	6
BOD ₅ (mg/l)	0	9,97	13,115	13,946	11,65	11,32	14,95
	2	12,055	19,54	19,16	16,66	15,69	23,39
Nitrat (mg/l)	0	0,15	0,15	0,175	0,15	0,125	0,175
	2	0,15	0,15	0,175	0,125	0,15	0,225
Fosfat (mg/l)	0	0,223	0,213	0,335	0,25	0,23	0,283
	2	0,15	0,16	0,2025	0,19	0,1925	0,29



Gambar 8. Grafik Perbandingan Suhu, pH dan Kecerahan pada Kedalaman 0 m dan 2 m.



Gambar 9. Grafik Perbandingan DO, BOD₅ dan TOM pada Kedalaman 0 m dan 2 m.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Nitrat dan Fosfat pada Kedalaman 0 m dan 2 m.

4.2.1 Bahan Organik (TOM)

Menurut Sugiharto (1987), bahan organik (*Organic Matter*) adalah zat yang pada umumnya merupakan bagian dari binatang atau tumbuh-tumbuhan dengan komponen utamanya adalah karbon, protein dan lemak atau lipid. Bahan organik mudah sekali mengalami pembusukan oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut dalam perairan. Hasil analisis kandungan bahan organik (TOM) pada enam stasiun selama penelitian dapat dilihat dalam Tabel 1 serta Gambar 9.

Berdasarkan tabel dan gambar grafik tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa nilai kandungan bahan organik tertinggi adalah pada stasiun enam kedalaman 2 m yaitu sebesar 25,62 mg/l, hal tersebut dikarenakan pada stasiun enam merupakan tempat pembuangan limbah dari pabrik kertas, sehingga diduga banyak bahan organik yang terendap di stasiun tersebut.

Nilai kandungan bahan organik terendah terdapat pada kedalaman 0 m stasiun satu yaitu sebesar dan 2 m 10,63 mg/l, hal itu disebabkan karena stasiun satu merupakan masukan dari Sungai Brantas yang memiliki air yang cukup jernih dan diduga tidak

banyak terdapat bahan organik di dalamnya karena stasiun satu tersebut jauh dari dari kawasan pemukiman maupun tempat pembuangan limbah.

Besarnya nilai kandungan bahan organik yang terdapat di Waduk Sengguruh menyebabkan perairan tersebut tergolong tercemar sedang. Berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 dalam Tantowi (2002), perairan dikatakan tercemar dan tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh manusia (misalnya untuk air minum) bila memiliki kandungan bahan organik lebih dari 10 mg/l, namun masih bisa di manfaatkan untuk kehidupan organisme air seperti ikan, plankton dan lain-lain. Perairan dikatakan tercemar berat dan tidak dapat dimanfaatkan oleh organisme perairan bila kandungan bahan organiknya lebih dari 50 mg/l, sehingga kandungan bahan organik di perairan Waduk antara 10,925-25,52 mg/l dapat digolongkan tercemar sedang.

Banyaknya kandungan bahan organik yang terdapat di Waduk Sengguruh antara lain karena adanya sampah-sampah organik yang berasal dari Sungai Brantas yang dekat dengan pemukiman serta adanya masukan dari limbah bahan organik seperti lignin, selulosa, dan senyawa-senyawa karbohidrat lainnya yang berasal dari limbah Industri Kertas yang terdapat di Daerah Aliran Sungai Lesti.

4.2.2 Suhu

Pada suatu perairan suhu memegang peranan penting bagi organisme perairan dan mempengaruhi sifat fisika, kimia dan biologi perairan. Suhu berpengaruh terhadap kelarutan oksigen dalam air, proses metabolisme dan reaksi-reaksi kimia dalam perairan serta proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba semakin meningkat. Kenaikan suhu dapat menurunkan daya larut oksigen dan meningkatkan daya racun ammonia,

ammonium dan nitrit dalam air (Alabaster dan Llyod 1996 *dalam* Hidayati, 2003). Hasil pengukuran suhu yang telah dilakukan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Menurut Kristanto (2002), naiknya suhu air akan menimbulkan menurunnya jumlah oksigen, meningkatnya kecepatan reaksi kimia, terganggunya kehidupan biota air dan jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air akan mati.

Peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Hasil pengukuran nilai rata-rata suhu stasiun satu hingga enam pada kedalaman 0 m berkisar antara 26,75°C-27,63°C, sedangkan untuk kedalaman 2 m berkisar antara 25,5°C-26°C. Grafik hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Gambar 8.

Nilai suhu tertinggi terdapat pada stasiun tiga di kedalaman 0 m yaitu sebesar 27,63°C. Hal tersebut dikarenakan lokasinya yang berada tepat di tengah-tengah waduk, sehingga cahaya matahari dapat langsung masuk ke dalam perairan, disamping itu fitoplankton di daerah tersebut tidak terlalu banyak bila dibandingkan dengan jumlah fitoplankton di stasiun lain, hal ini berdasarkan penelitian yang dilakukan Deasy Natalia* mengenai distribusi fitoplankton di Waduk Sengguruh. Suhu terendah adalah sebesar 25,5°C, yaitu pada stasiun lima kedalaman 2 m yang lokasinya merupakan Sungai Brantas.

Di sepanjang Sungai Brantas ini banyak terdapat pepohonan rindang yang menghambat penetrasi cahaya matahari masuk ke dalam perairan, sehingga air sungai kurang menyerap panas dari matahari, hal ini menyebabkan suhu air rendah.

Nilai rata-rata suhu tertinggi adalah pada kedalaman 0 m yaitu sebesar 27,35°C. tingginya nilai suhu di permukaan disebabkan karena penetrasi cahaya diterima secara langsung oleh permukaan waduk, sehingga menyebabkan nilai suhu di permukaan tinggi.

4.2.3 pH

Menurut Mahida (1984), pH menyatakan intensitas keasaman dari suatu cairan dan mewakili konsentrasi hydrogen ionnya. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Effendi, 2003). Nilai pH dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen terlarut dan CO₂ bebas. Keseimbangan antara konsentrasi oksigen terlarut dan CO₂ bebas di dalam ekosistem perairan erat kaitannya dengan penguraian bahan organik oleh bakteri yang memerlukan oksigen dan menghasilkan CO₂ (Purwito, 2002 dalam Hidayati, 2003). Hasil pengukuran nilai pH pada masing-masing stasiun selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 serta Gambar 8.

Nilai pH tertinggi stasiun satu hingga stasiun enam adalah pada stasiun satu kedalaman 0 m, hal ini dikarenakan pada stasiun satu terdapat banyak organisme fitoplankton (berdasarkan penelitian Deasy Natalia) yang menyebabkan melimpahnya jumlah oksigen dan berkurangnya jumlah karbondioksida karena proses fotosintesis, sehingga nilai pH tinggi. Nilai terendah pH terdapat pada stasiun lima kedalaman 2 m, karena pada stasiun tersebut tidak banyak organisme yang melakukan fotosintesis, sedangkan respirasi selalu berlangsung di dalam perairan, sehingga banyak CO₂ yang dihasilkan di stasiun tersebut. Hal itu menyebabkan nilai pH menjadi rendah atau bersifat asam.

4.2.4 Kecerahan

Kecerahan adalah kemampuan cahaya matahari untuk dapat menembus lapisan air sampai kedalaman tertentu . Apabila dalam perairan terjadi penumpukan bahan organik,

maka tingkat kecerahan dari perairan tersebut akan menurun (Wiadnya, 1994 *dalam* Rusbandi, 1997). Hasil pengukuran nilai kecerahan selama penelitian dapat diamati pada Tabel 1 serta Gambar 8.

Nilai kecerahan tertinggi terdapat pada stasiun lima yaitu sebesar 58,26 cm. Pada stasiun lima ini, airnya jernih dan kedalamannyapun tidak terlalu tinggi, sehingga dasar perairan dapat terlihat. Jernihnya air ini dikarenakan kekeruhan perairan yang rendah yang disebabkan oleh sedikitnya partikel-partikel dalam perairan. Sedikitnya jumlah partikel-partikel itu dikarenakan kecilnya masukan limbah pertanian dan limbah rumah tangga ke dalam perairan tersebut.

Nilai kecerahan terendah diperoleh stasiun empat yaitu sebesar 26,19 cm. Hal tersebut dikarenakan stasiun empat ini merupakan daerah outlet Waduk Sengguruh yang menerima masukan-masukan limbah maupun partikel-partikel yang berasal dari Sungai Brantas maupun Sungai Lesti.

4.2.5 Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam perairan. Kadar oksigen yang terlarut dalam perairan alami bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, tubulensi air dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian, serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil. Peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10%. Dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol atau hingga kondisi anaerob (Effendi, 2003).

Hasil pengukuran kadar oksigen terlarut dalam Waduk Sengguruh selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 serta grafik pada Gambar 9. Tingginya nilai

oksigen terlarut pada stasiun satu kedalaman 0 m disebabkan karena banyaknya organisme fitoplankton di stasiun tersebut, sehingga menyebabkan jumlah oksigen meningkat karena hasil fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton tersebut. Kandungan oksigen terendah adalah pada stasiun enam kedalaman 2 m yaitu sebesar 5,39 mg/l, ini disebabkan karena stasiun enam merupakan tempat pembuangan limbah pabrik kertas, sehingga diduga banyak bahan organik yang terendap di stasiun tersebut dan memerlukan banyak oksigen untuk menguraikannya.

4.2.6 Biological Oxygen Demand (BOD₅)

Menurut Sugiharto (1987), uji BOD₅ adalah salah satu metode analisis yang paling banyak digunakan dalam penanganan limbah dan polusi air. Semakin besar angka BOD₅ menunjukkan bahwa derajat pengotoran air semakin besar. Hasil analisa kandungan BOD₅ pada enam stasiun selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 serta Gambar 9.

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa kandungan BOD₅ tertinggi terdapat di kedalaman 0 m stasiun enam yaitu sebesar 14,95 mg/l. Hal tersebut dikarenakan pada stasiun enam ini terdapat banyak bahan organik hasil dari buangan limbah pabrik kertas, sehingga banyak oksigen yang diperlukan untuk mendekomposisi bahan-bahan organik tersebut. Berdasarkan Tabel 1, dapat ditentukan pula nilai BOD₅ terendah yaitu sebesar 9,97 mg/l pada stasiun satu kedalaman 0 m, seperti yang ditampilkan pada Gambar 10. Hal itu disebabkan karena pada stasiun satu terdapat bahan organik dalam jumlah sedikit, sehingga tidak banyak oksigen yang diperlukan untuk mendekomposisi bahan-bahan organik.

4.2.7 Nitrat

Nitrat merupakan elemen essensial atau sebagai nutrisi dalam proses eutrofikasi. Pada perairan alami mineral nitrat hanya sedikit. Dengan adanya proses nitrifikasi oleh bakteri nitrosomonas maka amonium akan diubah menjadi nitrit kemudian oleh nitrobacter diubah menjadi nitrat nitrogen yang dapat diserap oleh organisme nabati yang kemudian diolah menjadi protein dan selanjutnya menjadi sumber utama untuk pertumbuhan organisme perairan (Arfiati, 2001). Nilai kandungan nitrat yang diperoleh selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 serta Gambar 10.

Berdasarkan tabel dan gambar grafik tersebut, maka dapat diketahui nilai kandungan nitrat tertinggi terdapat pada kedalaman 2 m sebesar 0,225 mg/l yaitu pada stasiun enam. Hal tersebut dikarenakan pada stasiun tersebut terdapat bahan organik yang cukup tinggi, sehingga penguraian bahan-bahan organik itu menyebabkan jumlah nitrat yang cukup tinggi di stasiun-stasiun tersebut.

Hasil analisis kandungan nitrat terendah adalah pada kedalaman 0 m dan 2 m, yaitu sebesar 0,125 mg/l pada stasiun lima dan empat, karena jumlah bahan organik yang tidak terlalu tinggi pada stasiun tersebut dan pada stasiun empat yang merupakan daerah outlet, nitrat rendah karena dimanfaatkan fitoplankton untuk kebutuhan hidupnya.

4.2.8 Fosfat

Menurut Ohle (1938) dalam Hidayati (2003), fosfat terbagi menjadi dua bagian yaitu fosfat tersuspensi dan fosfat terlarut. Pada kebanyakan lingkungan perairan, sebagian besar dari total fosfat berada dalam bentuk fosfat organik. Total partikel fosfat (tersuspensi) muncul dengan nilai yang lebih tinggi dari fosfat terlarut. Sekitar 70% dari total fosfat organik adalah materi tersuspensi (sestonik) dan sisanya berupa fosfat

terlarut atau koloid. Berdasarkan hasil analisa kandungan fosfat di Waduk Sengguruh selama penelitian dapat diamati pada Tabel 1 serta Gambar 10.

Berdasarkan tabel tersebut, dapat diketahui bahwa nilai kandungan fosfat tertinggi terdapat pada kedalaman 0 m di stasiun tiga yaitu sebesar 0,335 mg/l. Hal itu dikarenakan pada stasiun tersebut terdapat bahan organik dalam jumlah sedikit. Dalam bahan organik tersebut terdapat kandungan polifosfat hasil dari buangan limbah maupun sisa-sisa makanan, sehingga semakin tinggi kandungan bahan organik dalam suatu perairan maka semakin banyak pula fosfat yang akan dihasilkan dari proses dekomposisi.

Nilai kandungan fosfat terendah selama penelitian adalah sebesar 0,15 mg/l pada kedalaman 2 m di stasiun satu, karena pada stasiun tersebut terdapat jumlah bahan organik yang rendah.

4.3 Analisis Regresi

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini ada dua macam, yaitu analisis regresi berganda dan analisis regresi linier sederhana. Analisis regresi berganda digunakan untuk mengetahui hubungan antara TOM dengan suhu dan kecerahan, sedangkan analisis linier sederhana digunakan untuk mengetahui hubungan antara TOM dengan BOD₅, DO, pH, nitrat dan fosfat.

4.3.1 Analisis Regresi Berganda

Analisis regresi berganda menggunakan program minitab 14 dengan dua tahapan, yaitu : 1. Uji multikolinier (jika tidak terjadi multikolinier dapat dilanjutkan)

2. Regresi berganda

Analisis regresi berganda harus memenuhi beberapa asumsi, diantaranya residual dalam regresi berganda diasumsikan berdistribusi normal dengan rata-rata 0 dan dengan standar deviasi tertentu. Selain itu antar variable prediktor tidak boleh berkorelasi. Jika berkorelasi, maka taksiran parameter model tidak tepat. Kejadian adanya korelasi kuat antar variabel prediktor disebut multikolinier. Apabila dalam suatu model terdapat kasus multikolinier, maka model regresi linier sederhana tidak tepat. Untuk mengatasinya, kita memerlukan metode analisis regresi *stepwise* (Iriawan dan Astuti, 2006).

a. Uji Multikolinier

Untuk mendeteksi adanya multikolinieritas antar variabel bebas, kita dapat membuat korelasi antar variabel tersebut. Output analisis korelasi dapat dilihat pada lampiran 3. Menurut Iriawan dan Astuti (2006), bila nilai korelasi Pearson semakin mendekati 1 atau -1, berarti hubungan antara dua variabel semakin erat. Berdasarkan output hasil analisis korelasi antar variabel menunjukkan hubungan korelasi untuk variabel suhu dan kecerahan sebesar -0,229, nilai korelasi tersebut menunjukkan bahwa antar variabel bebas tidak memiliki hubungan yang erat. Hal tersebut didukung dengan nilai p-value yang juga digunakan untuk menentukan hubungan antar dua variabel. Dalam hal ini, nilai signifikan yang digunakan adalah $\alpha = 0,05$. P-value korelasi antara variabel suhu dengan kecerahan menunjukkan nilai yang tidak signifikan yaitu 0,474, yang artinya antar variabel bebas tidak memiliki hubungan yang erat.

Berdasarkan hasil analisis korelasi yang telah dilakukan, menunjukkan tidak adanya indikasi multikolinieritas antar variabel bebas. Maka kasus dapat dilanjutkan menggunakan metode analisis regresi berganda.

b. Regresi Berganda

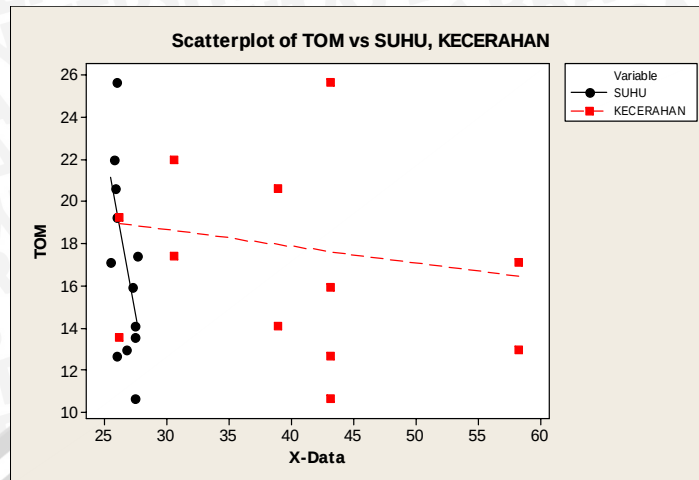
Metode analisis dalam regresi berganda dilakukan dengan menambahkan variabel satu per satu. Dalam hal ini yang bertindak sebagai variabel tidak bebas (y) adalah TOM, sedangkan suhu (x_1) dan kecerahan (x_2) adalah variabel bebas.

Output analisis dalam regresi berganda dapat dilihat pada Lampiran 4. Persamaan regresi yang diperoleh adalah :

$$\text{TOM} = 118 - 3,56 \text{ suhu} - 0,155 \text{ kecerahan}$$

Jika melihat tanda koefisien korelasi untuk suhu dengan TOM dalam output korelasi pada Lampiran 3, menunjukkan koefisien korelasi antara keduanya dan koefisien korelasi antara TOM dengan variabel yang lain bertanda sama, yaitu negatif. Persamaan tanda tersebut menunjukkan tidak adanya indikasi multikolinier dalam model, sehingga metode analisis yang digunakan adalah tepat.

Persamaan di atas menunjukkan bahwa jika kandungan suhu meningkat 1 °C, maka jumlah kandungan TOM juga akan menurun sebesar 3,56 mg/l, begitu pula dengan variabel yang lain yang akan diikuti dengan penurunan kandungan TOM sebesar 0,155 mg/l terhadap kecerahan. Pada lampiran 4 juga diperlihatkan koefisien determinasi (R^2) senilai 47,4% yang artinya nilai TOM dipengaruhi oleh suhu dan kecerahan 47,4%. Makin banyak variabel yang dimasukkan dalam model, makin meningkat R^2 . Semakin banyaknya variabel, model menjadi kurang efisien. Untuk meningkatkan sensitifitas R^2 , minitab menyediakan R^2 adjusted. R^2 adjusted disesuaikan dengan jumlah variabel yang dimasukkan ke dalam model. Nilai R^2 adjusted untuk model kali ini adalah 35,2% dengan koefisien korelasi sebesar 0,593. TOM. Grafik hubungan antara variabel TOM dengan suhu, kecerahan dan DO dapat dilihat pada Gambar 11 berikut ini.

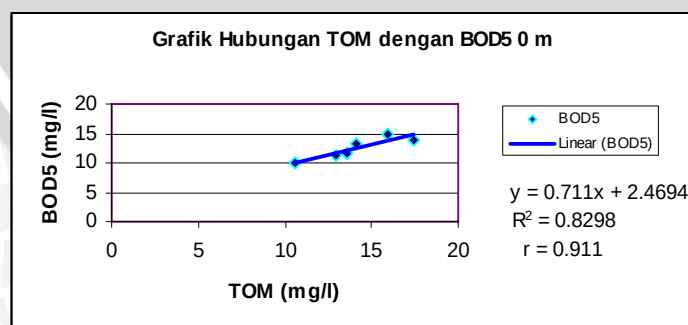


Gambar 11. Grafik Hubungan antara TOM dengan Suhu dan Kecerahan

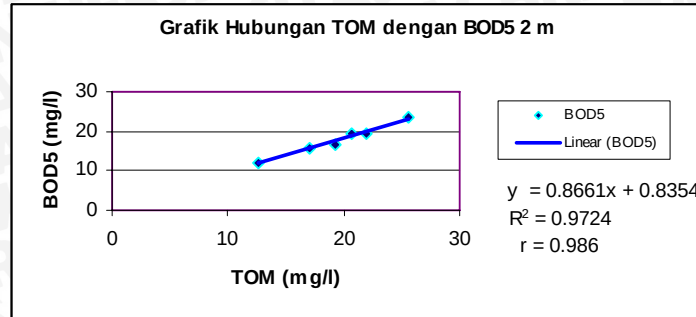
4.3.2 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik (TOM) dengan BOD₅

Hubungan antara TOM dengan kebutuhan oksigen biologis (BOD₅) pada kedalaman 0 m mempunyai persamaan garis regresi $Y = 0,711x + 2,4687$ dengan korelasi r sebesar 0,911, sedangkan pada kedalaman 2 m diperoleh persamaan regresi $Y = 0,8134x + 1,9884$ dengan korelasi r sebesar 0,98. besarnya nilai r yang diperoleh, mengindikasikan bahwa korelasi antara TOM dengan BOD₅ sangat kuat.

Dari hasil analisis regresi linier sederhana antara TOM dengan BOD₅ didapatkan regresi yang bernilai positif. Sebagaimana yang ditunjukkan pada grafik dalam Gambar 12 dan 13 berikut ini.



Gambar 12. Grafik Hubungan antara TOM dengan BOD₅ pada Kedalaman 0 m



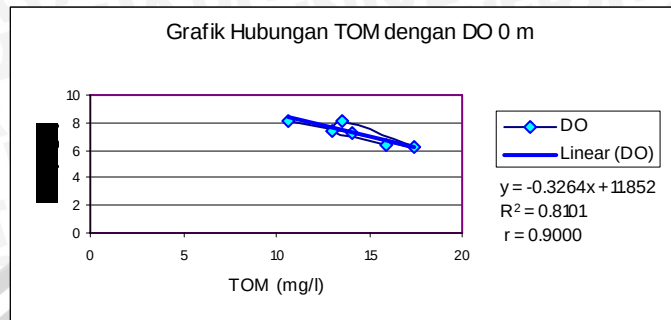
Gambar 13. Grafik Hubungan antara TOM dengan BOD₅ pada Kedalaman 2 m

Grafik regresi yang miring ke kanan menunjukkan bahwa hubungan TOM dengan BOD₅ tidak bersifat terbalik dimana setiap kenaikan 1 mg/l TOM akan diikuti dengan peningkatan BOD₅ sebesar 0,711 mg/l pada kedalaman 0 m dan 0,8661 mg/l pada kedalaman 2 m. Hal ini disebabkan karena BOD₅ merupakan jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan (mengoksidasi) bahan organik di perairan sehingga kandungan BOD₅ akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah bahan organik dalam perairan. Menurut Dajan (1996), nilai koefisien korelasi sebesar 0,911 dan 0,986 tersebut memiliki derajat asosiasi yang tinggi, sehingga dapat dikatakan hubungan antara TOM dengan BOD₅ kuat.

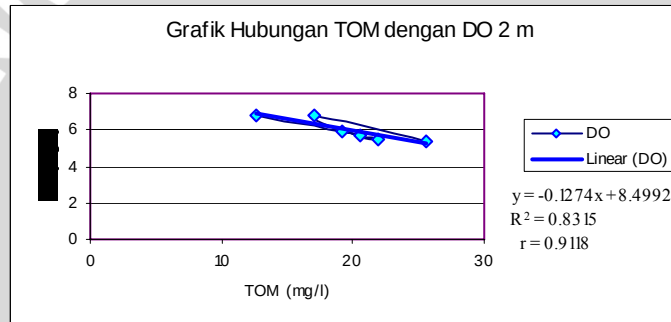
4.3.3 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik (TOM) dengan DO

Hubungan antara TOM dengan DO pada kedalaman 0m memiliki garis persamaan regresi $Y = 11,852 - 0,3264x$ dengan korelasi r sebesar $-0,90$, sedangkan hubungan antara TOM dengan DO pada kedalaman 2m memiliki garis persamaan regresi $Y = 8,4992 - 0,1274x$ dengan korelasi r sebesar $-0,9118$. Menurut Walpole (1995), bila nilai r mendekati $+1$ atau -1 , hubungan antara kedua peubah itu kuat dan dikatakan terdapat korelasi yang tinggi antara keduanya. Hal tersebut sesuai dengan

grafik hubungan bahan organik total dengan oksigen terlarut dalam gambar 14 dan gambar 15 berikut :



Gambar 14. Grafik Hubungan antara TOM dengan DO pada Kedalaman 0 m



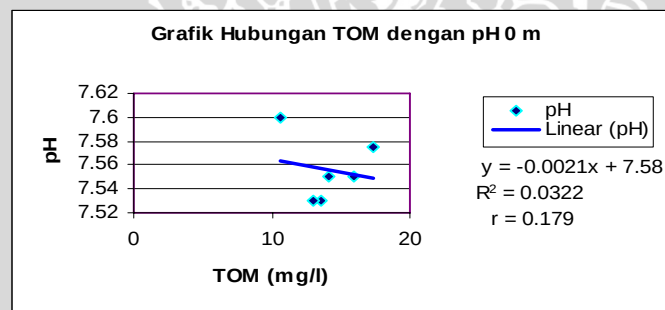
Gambar 15. Grafik Hubungan antara TOM dengan DO pada Kedalaman 2 m

Grafik yang miring ke kiri menunjukkan bahwa hubungan bahan organik total (TOM) dengan oksigen terlarut (DO) bersifat terbalik, dimana setiap kenaikan bahan organik total sebesar 1 mg/l akan diikuti oleh penurunan oksigen terlarut sebesar 0,3264 mg/l pada kedalaman 0m dan 0,1274 mg/l pada kedalaman 2m. Hal ini terjadi karena oksigen terlarut dimanfaatkan untuk menguraikan bahan organik total dalam perairan. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui pula bahwa semakin meningkat kandungan TOM, maka DO akan semakin menurun. Nilai R^2 sebesar 0,81 pada kedalaman 0m dan 0,8315 pada kedalaman 2m dengan koefisien korelasi masing-masing sebesar 0,90 dan

0,9118. Hal tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara TOM dengan DO memiliki keterkaitan yang cukup erat.

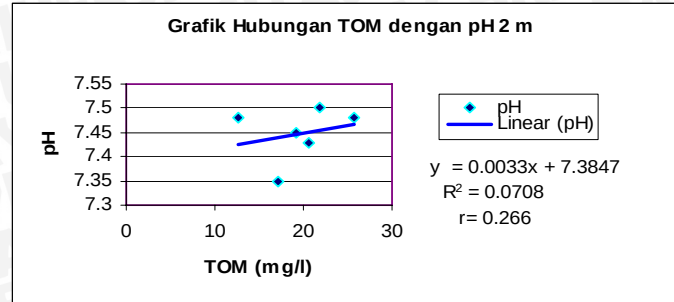
4.3.4 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik (TOM) dengan pH

Hubungan antara TOM dengan pH pada kedalaman 0 m memiliki garis persamaan regresi $Y = -0,0021x + 7,58$ dengan korelasi r sebesar 0,179, sedangkan hubungan antara TOM dengan pH pada kedalaman 2 m memiliki garis persamaan regresi $Y = 0,0033x + 7,3847$ dengan korelasi r sebesar 0,266. Menurut Walpole (1995), bila nilai r mendekati +1 atau -1, hubungan antara kedua peubah itu kuat dan dikatakan terdapat korelasi yang tinggi antara keduanya. Hal tersebut tidak sesuai dengan grafik hubungan TOM dengan pH dalam Gambar 16 berikut ini.



Gambar 16. Grafik Hubungan antara TOM dengan pH pada Kedalaman 0 m

Grafik yang miring ke kiri pada Gambar 16 menunjukkan bahwa hubungan TOM dengan pH bersifat terbalik, dimana setiap kenaikan TOM sebesar 1 mg/l akan diikuti oleh penurunan pH sebesar 0,0021, sedangkan untuk kedalaman 2 m dapat dilihat pada Gambar 17 sebagai berikut.

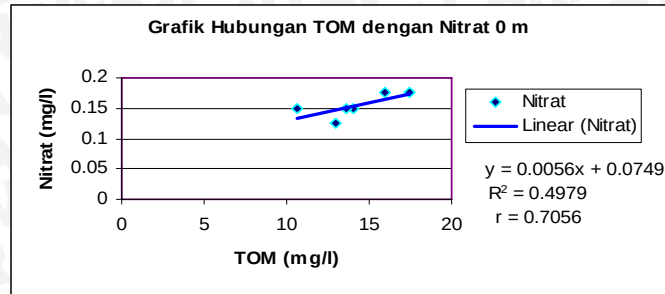


Gambar 17. Grafik Hubungan antara TOM dengan pH pada Kedalaman 2 m

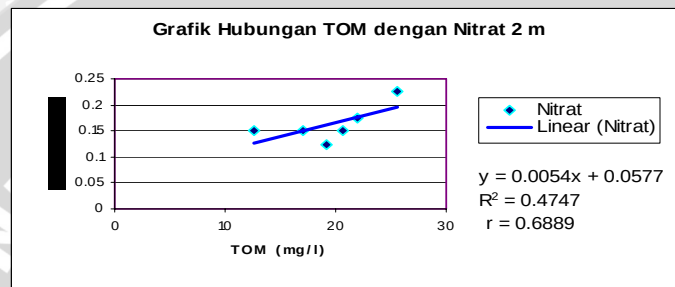
Pada Gambar 17, grafik miring ke kanan menunjukkan hubungan antara TOM dengan pH bersifat lurus, yang artinya peningkatan TOM 1 mg/l akan diikuti dengan peningkatan pH sebesar 0,0033. Pada permukaan perairan, pH menjadi turun karena terjadi proses dekomposisi, dimana dari proses dekomposisi tersebut dihasilkan pula CO_2 yang akan berikatan dengan H^+ membentuk asam bikarbonat (H_2CO_3), sehingga menyebabkan pH menurun. Pada kedalaman 2 m, dekomposisi cenderung bersifat anaerob karena dekat dengan dasar perairan. Menurut Effendi (2003), pada kondisi tersebut, dekomposisi tidak berlangsung sempurna karena tidak menghasilkan CO_2 dan air seperti pada kondisi aerob, sehingga tidak dihasilkan H_2CO_3 atau asam bikarbonat yang dapat menyebabkan pH turun.

4.3.5 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik (TOM) dengan Nitrat

Hubungan antara TOM dengan nitrat pada kedalaman 0 m mempunyai persamaan garis regresi $Y = 0,0056x + 0,0749$ dengan korelasi r sebesar 0,7056, sedangkan pada kedalaman 2 m diperoleh persamaan regresi $Y = 0,0054x + 0,0577$ dengan nilai korelasi r sebesar 0,6889. Dari hasil regresi linear sederhana antara TOM dengan nitrat, diperoleh regresi yang bersifat positif, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 18 dan 19 berikut ini.



Gambar 18. Grafik Hubungan antara TOM dengan Nitrat pada Kedalaman 0 m



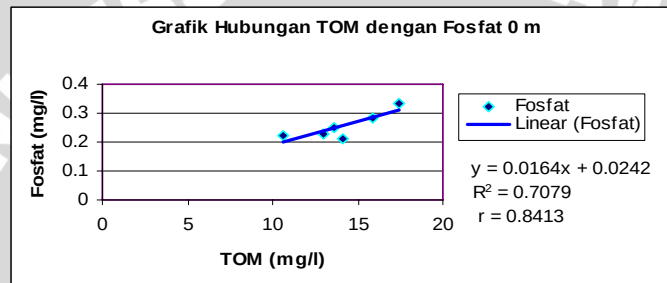
Gambar 19. Grafik Hubungan antara TOM dengan Nitrat pada Kedalaman 2 m

Grafik regresi yang miring ke kanan menunjukkan bahwa hubungan TOM dengan nitrat tidak bersifat terbalik dimana setiap kenaikan 1 mg/l TOM akan diikuti dengan peningkatan nitrat sebesar 0,0056 mg/l pada kedalaman 0 m dan 0,0054 mg/l pada kedalaman 2 m. Hal ini disebabkan karena nitrat merupakan hasil dari proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme sehingga kandungan nitrat akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah bahan organik di perairan.

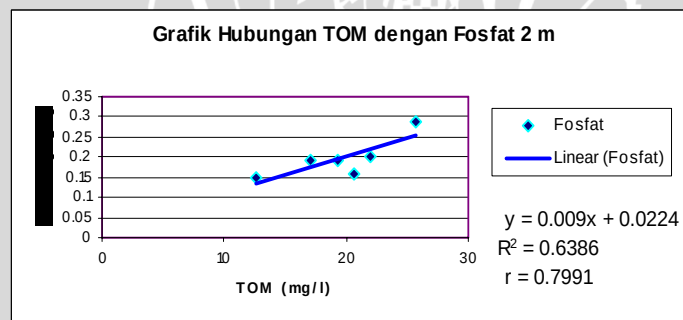
Pada grafik di atas juga dapat diketahui nilai R^2 sebesar 0,4979 pada kedalaman 0 m dan 0,4747 pada kedalaman 2 m, serta nilai koefisien korelasi sebesar 0,7056 pada kedalaman 0 m dan 0,6889 pada kedalaman 2 m. Berdasarkan Dajan (1996), nilai koefisien korelasi itu menunjukkan bahwa hubungan keterkaitan antara TOM dengan nitrat cukup kuat.

4.3.6 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik (TOM) dengan Fosfat

Hubungan antara TOM dengan fosfat (PO_4) pada kedalaman 0m mempunyai persamaan garis regresi $Y = 0,0164x + 0,0242$ dengan korelasi r sebesar 0,8413, sedangkan pada kedalaman 2 m diperoleh persamaan regresi $Y = 0,009x + 0,0224$ dengan nilai korelasi r sebesar 0,7991. Menurut Walpole (1995), bila nilai r mendekati +1 atau -1, maka hubungan linear antara X dan Y kuat. Hal tersebut ditunjukkan oleh hubungan antara TOM dengan fosfat seperti pada Gambar 20 dan gambar 21 berikut.



Gambar 20. Grafik Hubungan antara TOM dengan Fosfat pada Kedalaman 0 m



Gambar 21. Grafik Hubungan antara TOM dengan Fosfat pada Kedalaman 2 m

Grafik regresi yang miring ke kanan menunjukkan bahwa hubungan TOM dengan fosfat tidak bersifat terbalik dimana setiap kenaikan 1 mg/l TOM akan diikuti dengan peningkatan fosfat sebesar 0,0164 mg/l pada kedalaman 0 m dan 0,009 mg/l pada kedalaman 2 m. Hal ini disebabkan karena dalam bahan organik terkandung fosfat yang akan diuraikan menjadi orthofosfat terlarut yang merupakan bentuk sederhana fosfor

dalam air. Sehingga kandungan fosfat akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya bahan organik dalam perairan.



5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Waduk Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Masukan bahan organik yang berasal dari Sungai Brantas dan Sungai Lesti cukup besar.
2. Berdasarkan kandungan bahan organik, Waduk Sengguruh berada dalam kondisi tercemar sedang.
3. Hasil pengukuran bahan organik (TOM) adalah 10,625 – 25,62 mg/l, selain itu diperoleh suhu antara 25,5 – 27,63 °C, pH 7,35 – 7,6, kecerahan 26,19 – 58,26 cm, DO 5,39 – 8,18 mg/l, BOD₅ 9,97 – 23,39 mg/l, nitrat 0,125 – 0,225 mg/l, fosfat 0,15 – 0,29 mg/l
4. Berdasarkan hasil analisis regresi berganda, diperoleh hubungan antara TOM dengan suhu dan kecerahan yaitu semakin tinggi nilai suhu dan kecerahan, maka akan menurunkan jumlah TOM di perairan. Dari hasil output regresi berganda, diperoleh persamaan $TOM = 118 - 3,56 \text{ suhu} - 0,155 \text{ kecerahan}$, dengan nilai R determinasi sebesar 35,2% dan koefisien korelasi sebesar 0,593.
5. Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana, diperoleh hubungan korelasi yang kuat antara TOM dengan BOD₅ dan semakin tinggi TOM akan meningkatkan kadar nitrat, fosfat serta pH pada kedalaman 2 m dan akan menurunkan kadar DO dan pH pada kedalaman 0 m.
6. Hubungan antara TOM dengan kebutuhan oksigen biologis (BOD₅) pada kedalaman 0 m mempunyai persamaan garis regresi $Y = 0,711x + 2,4687$ dengan korelasi r

sebesar 0,911, sedangkan pada kedalaman 2 m diperoleh persamaan regresi $Y = 0,8134x + 1,9884$ dengan korelasi r sebesar 0,98. besarnya nilai r yang diperoleh, mengindikasikan bahwa korelasi antara TOM dengan BOD_5 sangat kuat.

7. Hubungan antara TOM dengan DO pada kedalaman 0 m mempunyai persamaan garis regresi $Y = 11,852 - 0,3264x$ dengan korelasi r sebesar 0,90, sedangkan pada kedalaman 2 m diperoleh persamaan regresi $Y = 8,4992 - 0,1274x$ dengan nilai korelasi r sebesar 0,9119. Dari hasil regresi linear sederhana antara TOM dengan DO, diperoleh regresi yang bersifat negatif dengan hubungan korelasi yang cukup kuat.
8. Hubungan antara TOM dengan pH pada kedalaman 0 m bersifat terbalik dengan garis persamaan regresi $Y = - 0,0021x + 7,58$ dengan korelasi r sebesar 0,179, sedangkan hubungan antara TOM dengan pH pada kedalaman 2 m bersifat lurus dengan garis persamaan regresi $Y = 0,0033x + 7,3847$ dengan korelasi r sebesar 0,266.
9. Hubungan antara TOM dengan nitrat pada kedalaman 0 m mempunyai persamaan garis regresi $Y = 0,0056x + 0,0749$ dengan korelasi r sebesar 0,7056, sedangkan pada kedalaman 2 m diperoleh persamaan regresi $Y = 0,0054x + 0,0577$ dengan nilai korelasi r sebesar 0,6889. Dari hasil regresi linear sederhana antara TOM dengan nitrat, diperoleh regresi yang bersifat positif dan hubungan korelasi yang cukup kuat.
10. Hubungan antara TOM dengan fosfat pada kedalaman 0m mempunyai persamaan garis regresi $Y = 0,0164x + 0,0242$ dengan korelasi r sebesar 0,8413, sedangkan pada kedalaman 2 m diperoleh persamaan regresi $Y = 0,009x + 0,0224$ dengan nilai korelasi r sebesar 0,7991 dengan hubungan korelasi yang kuat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disarankan perlu adanya tindakan atau upaya manajemen di kawasan Sungai Brantas dan Sungai Lesti terutama peningkatan kesadaran masyarakat agar tidak membuang limbah ke sungai terutama limbah organik.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G., Santika S.S. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Arfiati, D., 2001. *Aspek Fisika Perairan*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Arifin, H. 2000. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Jurusan Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Boyd, C. E. 1981. *Water Quality in Warm Water*. Fish Pond. Auburn University. Alabama.
- Dajan, A. 1996. *Pengantar Metode Statistik 2*. Bina Pustaka. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Perum Jasa Tirta.1998. *Manual Operasi dan Pemeliharaan Bendungan Sengguruh*. Departemen Pekerjaan Umum Perum Jasa Tirta. Malang. Tidak diterbitkan.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. 2005. *Limnologi Analisis Air*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Garno, Y.S.,Ph.D. 2004. *Biomanipulasi Paradigma Baru Dalam Pengendalian Limbah Organik Budidaya Perikanan di Waduk dan Tambak*.www.google.com
- Hariyadi, S., Suryadiputra, I. N. R., Widigdo. 1992. *Metoda Analisa Kualitas Air*. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hidayati, P.I. 2003. *Pengaruh Masukan Bahan Organik Terhadap Fisika dan Kimia Air di Sungai Kaliagir Kecamatan Wagir Kabupaten Malang Jawa Timur*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Iriawan, N., Astuti, S.P. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Andi. Yogyakarta.
- Karim, A. 2002. *Studi Tentang Pencemaran Bahan Organik di Rawa Bureng Kecamatan Gondang Legi Kabupaten Malang Jawa Timur*. Skripsi Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. Tidak Diterbitkan.
- Kristanto, Philip. 2002. *Ekologi Industri*. Andi. Yogyakarta.

- Linsley, R.K., Fransini J.B., Sasongko Djoko. 1985. *Teknik Sumber Daya Air Edisi Ketiga*. Erlangga. Jakarta.
- Mahida U. N. 1984. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. C.V. Rajawali. Jakarta.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Rosenberg M., Galtung J. 1982. *Logika Analisa Survei*. Hapsara. Surakarta.
- Rusbandi, Y. 1997. *Studi Komposisi dan Kelimpahan Alga Periphyton sebagai Bio-Indikator Pencemaran Bahan Organik di Wilayah Pertengahan Sungai Brantas Jawa Timur*. Skripsi Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. Tidak Diterbitkan.
- Ryadi, S. 1984. *Pencemaran Air Seri Lingkungan Dasar-Dasar Dan Pokok-Pokok Penanggulangannya*. Karya Anda. Surabaya.
- Sahri, M. 1992. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian dan Rancangan Percobaan*. LUW-UNIBRAW-FISH. Fisheries Project Universitas Brawijaya Malang.
- Singarimbun, M. dan S. Effendi. 1995. *Metode Penelitian Survey*. LP3ES. PT. Pustaka. Jakarta.
- Subarijanti, H. U. 1990. *Diktat Kuliah Limnologi*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- , 2000. *Diktat Kuliah Ekologi Perairan*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. U.I. Press. Jakarta.
- Tantowi. 2002. *Penelitian Kualitas Air Waduk Jatiluhur Sebagai Sumber Baku Air Minum Dan Penurunan Kualitasnya Setelah Mengalir Melalui Saluran Tarum Barat*. www.google.com
- Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistika Edisi 3*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wiadnya, D. G. R., Fajdar, M. And Hassema, K. A. H. 1993. *Extensive (Non-Feeding) Fish Cage Culture in Reservoir with Case Study in Southeast Asia*. Departement of Fish Culture and Fisheries Agricultural University Wageningen Netherlands.
- Widjanarko, P. 2005. *Diktat Kuliah Manajemen Kualitas Air*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.