

**EVALUASI PENGELOLAAN LINGKUNGAN
PERAIRAN WADUK LAHOR KABUPATEN MALANG
JAWA TIMUR**



TESIS

**EKA APRIDAYANTI
L4K006006**

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2008**

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat ALLAH SWT. karena atas berkat dan rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan laporan akhir untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi di Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian ini mengambil judul “Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur”. Hasil penelitian ini diharapkan akan mampu memberikan masukan dalam upaya pengelolaan lingkungan perairan waduk agar waduk tetap dapat berjalan sesuai dengan fungsinya.

Dalam menyelesaikan laporan ini, penulis telah mendapatkan begitu banyak bantuan baik berupa materi, fisik maupun spiritual sehingga laporan ini bisa terselesaikan. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. I. Boedi Hendarto selaku pembimbing utama yang telah memberikan banyak masukan dan dukungan sehingga laporan akhir ini dapat terselesaikan.
2. Dra. Hartuti Purnaweni, MPA selaku pembimbing kedua, atas segala masukan, saran dan kritik sehingga terselesaikannya laporan ini.
3. Ir. Agus Hadiyanto, MT selaku anggota penguji, atas saran yang diberikan.
4. Dra. Sri Suryoko, M.Si selaku anggota penguji, atas saran yang telah diberikan.
5. Kedua Orang Tuaku tercinta untuk semua bantuan yang tak terbilang, kedua adikku dan seluruh keluarga besarku di Lampung terimakasih untuk segalanya.
6. Pihak Perum Jasa Tirta I Malang atas kerjasamanya.
7. Teman-teman di Laboratorium Ilmu-Ilmu Perairan Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang.
8. Tim Sampling (Detha, Taufik, Supri, Viki, Rieke, Retno, Rini, Haris, Diah, Vivi) atas segala bantuannya.
9. Teman-teman mahasiswa Program Magister Ilmu lingkungan Kelas Reguler Angkatan 14, atas dukungannya selama ini.

10. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran, kritik yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan laporan ini. Semoga penelitian ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Semarang, April 2008

Penulis

ABSTRAK

Waduk Lahor sebagai Proyek Karangates Tahap II terletak ±32 km di sebelah selatan Kota Malang ke arah Kota Blitar, dibangun dengan tujuan sebagai pencegah banjir, pembangkit tenaga listrik, penyalur air bagi kebutuhan irigasi pertanian, kegiatan perikanan darat, dan untuk kegiatan pariwisata. Keberadaan waduk telah memberikan manfaat bagi masyarakat di sekitarnya. Dengan adanya berbagai aktivitas tersebut akan memberikan dampak tersendiri bagi kualitas perairan waduk, terutama fitoplankton sebagai produsen primer perairan yang berperan mendukung kehidupan organisme air lainnya (ikan).

Penelitian ini bertujuan untuk: mengetahui bagaimana kondisi fitoplankton dan kualitas fisika serta kimia air waduk Lahor, mengetahui bagaimana aktivitas masyarakat yang berhubungan dengan pemanfaatan waduk, mengetahui bagaimana upaya pengelolaan lingkungan waduk yang dilakukan oleh pemerintah/ instansi terkait dan memberikan rekomendasi upaya pengelolaan lingkungan perairan waduk Lahor.

Ruang lingkup penelitian meliputi aktivitas sosial, budaya dan ekonomi masyarakat yang berada di sekitar waduk (Desa Karangates) dan di Daerah Pengaliran Sungai (Desa Slorok dan Ngajum) yang berpengaruh terhadap kondisi kualitas fisika dan kimia perairan, sehingga berpengaruh pada kondisi fitoplankton, dan akhirnya akan berpengaruh pula pada upaya pengelolaan lingkungan Waduk. Ditelaah pula kebijakan pengelola (Perum Jasa Tirta) dalam pengelolaan perairan Waduk Lahor. Penelitian ini dilakukan pada musim kemarau. Tipe penelitian ini adalah penelitian deskriptif, dengan metode analisa menggunakan regresi lajur untuk analisa kondisi fitoplankton dan kualitas air. Untuk kondisi sosial, ekonomi dan budaya masyarakat dianalisa dengan metode analisa deskriptif kualitatif. Untuk analisa pengelolaan waduk dibagi dalam tiga aspek yaitu ekologis, ekonomi dan sosial.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa secara umum kondisi perairan waduk Lahor masih dalam kondisi yang baik. Hal ini terlihat dari hasil analisa kondisi fitoplankton dan kualitas air waduk yang masih mampu mendukung kehidupan fitoplankton dan organisme air lainnya, namun terlihat ada kecenderungan untuk terjadinya eutrofikasi dilihat dari kelimpahan fitoplankton yang ditemukan (4.210.542 individu/L) dengan didominasi oleh jenis *Nitzschia* sp. (1.910.987 individu/liter). Hasil penelitian tidak memperlihatkan adanya indikasi pengaruh langsung aktivitas daratan terhadap kondisi fitoplankton yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa upaya pengelolaan yang telah dilakukan oleh pihak instansi terkait sudah cukup baik.

Untuk menjaga agar kondisi waduk tidak terus menurun maka upaya pengelolaan yang perlu dilakukan antara lain adalah dengan mengintroduksi ikan tertentu untuk mengendalikan kelimpahan *Nitzschia* sp, pengelolaan sampah yang baik, dan upaya monitoring dengan menggunakan metode biologi agar lebih mencerminkan kondisi perairan yang sesungguhnya, perlu dicoba penerapan TLBA (Trophic Level Based Aquaculture) untuk mengantisipasi terjadinya proses eutrofikasi perairan akibat penumpukan sisa pakan ikan di dasar perairan. Perlu ditinjau kembali penetapan zonasi yang ada.

Kata Kunci : *pengelolaan lingkungan perairan waduk, fitoplankton*

ABSTRAK

Waduk Lahor sebagai Proyek Karangates Tahap II terletak ±32 km di sebelah selatan Kota Malang ke arah Kota Blitar, dibangun dengan tujuan sebagai pencegah banjir, pembangkit tenaga listrik, penyalur air bagi kebutuhan irigasi pertanian, kegiatan perikanan darat, dan untuk kegiatan pariwisata. Keberadaan waduk telah memberikan manfaat bagi masyarakat di sekitarnya. Dengan adanya berbagai aktivitas tersebut akan memberikan dampak tersendiri bagi kualitas perairan waduk, terutama fitoplankton sebagai produsen primer perairan yang berperan mendukung kehidupan organisme air lainnya (ikan).

Penelitian ini bertujuan untuk: mengetahui bagaimana kondisi fitoplankton dan kualitas fisika serta kimia air waduk Lahor, mengetahui bagaimana aktivitas masyarakat yang berhubungan dengan pemanfaatan waduk, mengetahui bagaimana upaya pengelolaan lingkungan waduk yang dilakukan oleh pemerintah/ instansi terkait dan memberikan rekomendasi upaya pengelolaan lingkungan perairan waduk Lahor.

Ruang lingkup penelitian meliputi aktivitas sosial, budaya dan ekonomi masyarakat yang berada di sekitar waduk (Desa Karangates) dan di Daerah Pengaliran Sungai (Desa Slorok dan Ngajum) yang berpengaruh terhadap kondisi kualitas fisika dan kimia perairan, sehingga berpengaruh pada kondisi fitoplankton, dan akhirnya akan berpengaruh pula pada upaya pengelolaan lingkungan Waduk. Ditelaah pula kebijakan pengelola (Perum Jasa Tirta) dalam pengelolaan perairan Waduk Lahor. Penelitian ini dilakukan pada musim kemarau. Tipe penelitian ini adalah penelitian deskriptif, dengan metode analisa menggunakan regresi lajur untuk analisa kondisi fitoplankton dan kualitas air. Untuk kondisi sosial, ekonomi dan budaya masyarakat dianalisa dengan metode analisa deskriptif kualitatif. Untuk analisa pengelolaan waduk dibagi dalam tiga aspek yaitu ekologis, ekonomi dan sosial.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa secara umum kondisi perairan waduk Lahor masih dalam kondisi yang baik. Hal ini terlihat dari hasil analisa kondisi fitoplankton dan kualitas air waduk yang masih mampu mendukung kehidupan fitoplankton dan organisme air lainnya, namun terlihat ada kecenderungan untuk terjadinya eutrofikasi dilihat dari kelimpahan fitoplankton yang ditemukan (4.210.542 individu/L) dengan didominasi oleh jenis *Nitzschia* sp. (1.910.987 individu/liter). Hasil penelitian tidak memperlihatkan adanya indikasi pengaruh langsung aktivitas daratan terhadap kondisi fitoplankton yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa upaya pengelolaan yang telah dilakukan oleh pihak instansi terkait sudah cukup baik.

Untuk menjaga agar kondisi waduk tidak terus menurun maka upaya pengelolaan yang perlu dilakukan antara lain adalah dengan mengintroduksi ikan tertentu untuk mengendalikan kelimpahan *Nitzschia* sp, pengelolaan sampah yang baik, dan upaya monitoring dengan menggunakan metode biologi agar lebih mencerminkan kondisi perairan yang sesungguhnya, perlu dicoba penerapan TLBA (Trophic Level Based Aquaculture) untuk mengantisipasi terjadinya proses eutrofikasi perairan akibat penumpukan sisa pakan ikan di dasar perairan. Perlu ditinjau kembali penetapan zonasi yang ada.

Kata Kunci : *pengelolaan lingkungan perairan waduk, fitoplankton*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Masalah	3
1.3 Perumusan Masalah	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.5 Kerangka Pikir Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ekosistem Perairan	7
2.2 Fitoplankton	8
2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Fitoplankton	9
2.3.1 Suhu	10
2.3.2 Kecerahan	10
2.3.3 Padatan Total Tersuspensi	11
2.3.4 Derajat Keasaman	11
2.3.5 Karbondioksida	12
2.3.6 Nitrat	12
2.3.7 Ortofosfat	13
2.3.8 Oksigen Terlarut	13
2.4 Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk	14
2.5 Evaluasi Kebijakan	16
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Tipe Penelitian	17
3.2 Ruang Lingkup Penelitian	17
3.3 Lokasi Penelitian	17
3.4 Variabel Penelitian	18
3.5 Jenis dan Sumber Data	18
3.6 Teknik Pengambilan Sampel	18
3.6.1 Prosedur Penetapan Stasiun Pengambilan Sampel Air	18

3.6.2 Teknik Pengambilan Sampel Fitoplankton	19
3.6.3 Teknik Pengambilan Sampel Kualitas Air	19
3.6.4 Teknik pengambilan Sampel Masyarakat	20
3.7 Teknik Pengumpulan Data	21
3.8 Metode Analisis Data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian	24
4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel Kualitas Air	25
4.3 Kondisi Fitoplankton dan Kualitas Fisika dan Kimia Perairan Waduk	28
4.3.1 Kondisi Fitoplankton	28
4.3.2 Kondisi Kualitas Fisika dan Kimia Perairan Waduk	34
4.3.2.1 Kecerahan	35
4.3.2.2 Suhu	36
4.3.2.3 Derajat Keasaman (pH)	36
4.3.2.4 Karbondioksida	37
4.3.2.5 Nitrat	37
4.3.2.6 Ortofosfat	38
4.3.2.7 Padatan Total Tersuspensi (TSS)	39
4.3.2.8 Oksigen Terlarut	39
4.3.3 Hubungan Kondisi Fitoplankton dan Kualitas Air	40
4.4 Aktivitas Masyarakat dan Pemanfaatan Waduk oleh Masyarakat	44
4.4.1 Aktivitas Masyarakat	44
4.4.2 Pemanfaatan Waduk oleh Masyarakat	45
4.4.3 Hubungan Fitoplankton, Kualitas Air dan Aktivitas Masyarakat	52
4.5 Upaya Pengelolaan oleh Pengelola (Perum Jasa Tirta)	58
V. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Rekomendasi	62
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi padatan di perairan berdasarkan ukuran diameter	11
2. Jumlah nara sumber yang diwawancarai	21
3. Metode penelitian	23
4. Kondisi aktivitas pemanfaatan dan kualitas air waduk per stasiun	28
5. Komposisi dan kelimpahan fitoplankton di WadukLahor	33
6. Indeks diversitas fitoplankton di setiap stasiun pengambilan sampel per waktu pantau	33
7. Jumlah spesies, indeks diversitas dan indeks keseragaman fitoplankton di Waduk Lahor	32
8. Kondisi kualitas air Waduk Lahor selama penelitian	34
9. Kadar oksigen terlarut untuk kehidupan ikan	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan permasalahan	4
2. Bagan kerangka pikir penelitian	6
3. Bagan aspek pengelolaan sumberdaya air	14
4. Foto stasiun I daerah aliran Sungai Dewi	25
5. Foto stasiun II daerah bendungan waduk	26
6. Foto stasiun III daerah aliran Sungai Leso	26
7. Foto stasiun IV daerah aliran Sungai Lahor	27
8. Foto alat tangkap jaring kerek (brajang)	27
9. Grafik boxplot kondisi fitoplankton diseluruh stasiun	31
10. Grafik boxplot indeks diversitas fitoplankton di seluruh stasiun	31
11. Bagan model hipotetik hubungan kondisi fitoplankton dan kualitas air waduk	41
12. Bagan model akhir hubungan kondisi fitoplankton dan kualitas air setelah analisis	41
13. Grafik hubungan suhu dan kelimpahan fitoplankton	42
14. Grafik hubungan pH dan CO ₂	42
15. Foto lahan pertanian di Desa Slorok	45
16. Foto rumah makan di pinggir waduk	47
17. Foto perahu wisata	47
18. Foto sisa pembakaran sampah	48
19. Foto kegiatan budidaya karamaba dan jaring sekat di waduk	51
20. Foto aktivitas di Pusat Pendaratan Ikan (PPI)	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta stasiun pengambilan sampel air dan zonasi waduk	68
2. Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 413 Tahun 1987	69
3. Hasil uji regresi multiplikatif	85
4. Hasil uji regresi masing-masing variabel	86
5. Peta DPS (Daerah Pengaliran Sungai)	100
6. Gambar dan klasifikasi fitoplankton	101

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan air tawar, salah satunya waduk menempati ruang yang lebih kecil bila dibandingkan dengan lautan maupun daratan, namun demikian ekosistem air tawar memiliki peranan yang sangat penting karena merupakan sumber air rumah tangga dan industri yang murah. Perairan air tawar merupakan tempat disposal/pembuangan yang mudah dan murah (Heddy dan Kurniati, 1994).

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. Dengan demikian keberadaan waduk telah memberikan manfaat sendiri bagi masyarakat di sekitarnya.

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

Di dalam perairan terdapat jasad-jasad hidup, dan salah satunya adalah plankton yang merupakan organisme mikro yang melayang dalam air laut atau tawar. Pergerakannya secara pasif tergantung pada angin dan arus. Plankton terutama terdiri dari tumbuhan mikroskopis yang disebut fitoplankton dan hewan mikroskopis yang disebut zooplankton (Herawati, 1989).

Suatu perairan dikatakan subur apabila mengandung banyak unsur hara atau nutrisi yang dapat mendukung kehidupan organisme dalam air terutama fitoplankton dan dapat mempercepat pertumbuhannya. Fitoplankton menduduki tropik level pertama dalam rantai makanan, sehingga keberadaannya akan mendukung organisme tropik level selanjutnya. Sebagai produsen primer, fitoplankton dapat melakukan proses fotosintesis untuk mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik dengan bantuan sinar matahari. Hasil fotosintesis dari produsen akan digunakan bagi dirinya sendiri dan oleh organisme lain.

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 kondisi kualitas perairan, selain itu fitoplankton dapat digunakan sebagai indikator perairan karena sifat hidupnya yang relatif menetap, jangka hidup yang relatif panjang dan mempunyai toleransi spesifik pada lingkungan.

Bendungan Lahor dibangun tahun 1972, dan mulai beroperasi sejak November 1977 merupakan bagian dari Proyek pengembangan wilayah sungai Brantas yang dilaksanakan secara terpadu oleh Badan Proyek Brantas, atau lengkapnya Badan Pelaksana Induk Pengembangan Wilayah Sungai Brantas. Waduk Lahor ini dialiri oleh tiga buah sungai yaitu sungai Lahor, sungai Leso dan sungai Dewi. Waduk mempunyai luas 2,6 km² atau 260 Ha, terletak kurang lebih 1,5 km di sebelah utara proyek serbaguna Karangates, dan kurang lebih 32 km di sebelah selatan kota Malang ke arah kota Blitar. Waduk ini menjadi salah satu *inlet* (daerah aliran masuk) dari waduk Sutami yang merupakan waduk terbesar di Jawa Timur.

Dengan adanya ketiga buah sungai yang mengalir ke waduk Lahor, maka akan menjadi salah satu media bagi masuknya bahan organik dan anorganik yang

berasal dari berbagai aktivitas di sekitar waduk dan sungai-sungai tersebut. Beban masukan ini akan memacu proses pengkayaan unsur hara (eutrofikasi), dimana eutrofikasi ini menandakan bahwa perairan mengalami kerusakan, karena dari eutrofikasi ini akan menyebabkan terjadinya proses sedimentasi bahkan bisa sampai membentuk daratan baru. Selain itu eutrofikasi dapat memicu pertumbuhan berlebihan jenis fitoplankton tertentu atau yang biasa dikenal dengan *blooming* fitoplankton. Perairan dikatakan *blooming* fitoplankton jika kelimpahan fitoplanktonnya mencapai 5×10^6 sel/liter (Goldman dan Horne, 1983). Bila sampai terjadi *blooming*, akan merugikan organisme lain misalnya mematikan ikan dan hewan-hewan air lainnya karena kekurangan oksigen.

Terjadinya *blooming* fitoplankton tersebut jika dibiarkan akan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan waduk. Dengan demikian keberadaan fitoplankton sendiri bisa dijadikan sebagai indikator perairan, apakah perairan tersebut dalam kondisi rusak atau baik. Jika dilihat dari kondisi kualitas air maka perairan waduk Lahor mengalami penurunan kualitas air, misalnya dilihat dari tingkat kecerahan perairan. Berdasarkan hasil penelitian Ridhayanti (1997) kecerahan waduk berkisar antara 135-140 cm. Kecerahan ini lebih tinggi bila dibandingkan hasil penelitian Hartini (2002) yaitu berkisar antara 16,6-73,5 cm, dan semakin menurun bila dilihat dari hasil penelitian Apridayanti (2006) yang menunjukkan kecerahan berkisar antara 51-70cm. Hal ini jelas menunjukkan bahwa kondisi perairan waduk Lahor mengalami penurunan. Jika kondisi ini dibiarkan bukan tidak mungkin bahwa beberapa tahun ke depan waduk ini sudah tidak mampu lagi melakukan fungsinya secara optimal.

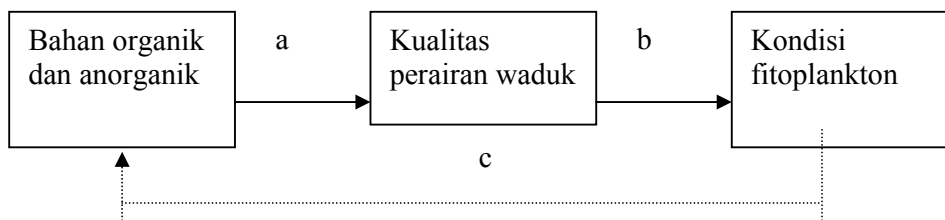
Oleh karena itu untuk menjaga agar kelestarian perairan waduk terutama waduk Lahor tetap berlangsung dan bermanfaat untuk kepentingan manusia maka dirasa perlu untuk mengkaji pengelolaan lingkungan perairan waduk tersebut.

1.2 Masalah

Waduk Lahor dibangun dengan tujuan sebagai penuplai air untuk kegiatan pertanian, pengendali banjir, pembangkit tenaga listrik, kegiatan pariwisata dan perikanan darat. Dari berbagai tujuan dan pemanfaatan tersebut,

pariwisata, pertanian dan kegiatan perikanan darat dapat memberikan beban masukan tersendiri bagi perairan waduk. Waduk ini dialiri oleh sungai Dewi, Lahor dan Leso, yang di sekitar ketiganya juga terdapat berbagai aktivitas masyarakat yang juga dapat memberikan beban masukan bagi perairan waduk.

Beban masukan tersebut akan menjadi sumber penambahan unsur hara perairan yang juga dapat menyebabkan terjadinya berbagai masalah perairan, seperti proses eutrofikasi yang terjadi ketika beban masukan tersebut berlebihan sehingga menyebabkan turunnya kualitas air, sehingga akan mengganggu pula kehidupan fitoplankton sebagai produsen primer perairan. Selain itu beban masukan tersebut juga dapat menyebabkan terjadinya sedimentasi, karena beban masukan tersebut bisa berupa partikel-partikel tanah dan sebagainya yang terbawa sebagai akibat dari erosi yang terjadi di daerah hulu. Akibatnya akan menyebabkan turunnya lapisan produktif perairan dan dapat memperpendek umur waduk. Bagan dari permasalahan di atas dapat dilihat pada Bagan 1.



Gambar 1. Bagan permasalahan

Keterangan:

- a = Adanya masukan berupa bahan organik dan anorganik ke dalam perairan akan mempengaruhi kualitas fisika, kimia perairan
- b = kualitas fisika, kimia perairan akan mempengaruhi kehidupan fitoplankton baik dari komposisi maupun kelimpahannya.
- c = Keberadaan fitoplankton (komposisi, kelimpahan) menjadi cerminan adanya masukan bahan organik dan anorganik kedalam perairan.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi fitoplankton dan kualitas air (fisika dan kimia) di perairan waduk Lahor?
2. Bagaimana aktivitas masyarakat dan hubungannya dengan pemanfaatan waduk?
3. Bagaimana upaya pengelolaan lingkungan waduk oleh pemerintah/ instansi terkait?
4. Bagaimana seharusnya upaya pengelolaan lingkungan waduk Lahor?

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Penelitian ini bertujuan antara lain untuk:

1. Mengetahui bagaimana kondisi fitoplankton dan kualitas fisika serta kimia air waduk Lahor.
2. Mengetahui bagaimana aktivitas masyarakat yang berhubungan dengan pemanfaatan waduk.
3. Mengetahui bagaimana upaya pengelolaan lingkungan waduk yang dilakukan oleh pemerintah/ instansi terkait.
4. Memberikan rekomendasi upaya pengelolaan lingkungan perairan waduk Lahor.

1.4.2 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan bagi upaya pemeliharaan dan pemanfaatan perairan waduk Lahor secara berkelanjutan.

1.5 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian merupakan acuan pemikiran secara keseluruhan terhadap penelitian yang akan dilakukan. Pada kerangka pikir penelitian dikelompokkan dalam 3 aspek yaitu *input*, proses dan *output*. Kerangka pikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini, akan diuraikan mengenai ekosistem perairan, baik mengenai jenis, komposisinya di muka bumi maupun komponen yang ada di dalamnya. Diuraikan pula mengenai definisi, jenis, sifat-sifat, serta faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kehidupan fitoplankton, yang merupakan organisme penting dalam ekosistem perairan, karena peranannya sebagai produsen primer perairan. Dan juga uraian mengenai pengelolaan ekosistem waduk.

2.1 Ekosistem Perairan

Air menutupi sekitar 70% permukaan bumi, dengan jumlah sekitar 1.368 juta km³. Air terdapat dalam berbagai bentuk, misalnya uap air, es, cairan dan salju. Air tawar terutama terdapat di sungai, danau, air tanah, dan gunung es. Semua badan air di daratan dihubungkan dengan laut dan atmosfer melalui siklus hidrologi yang berlangsung secara kontinyu (Effendi, 2003).

Air tawar berasal dari dua sumber, yaitu air permukaan (*surface water*) dan air tanah (*ground water*). Air permukaan adalah air yang berada di sungai, waduk, danau, rawa dan badan air lainnya yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Areal tanah yang mengalirkan air ke suatu badan air disebut *watersheds* atau *drainage basin*. Air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air disebut limpasan permukaan (*surface run off*), dan air yang mengalir di sungai menuju laut disebut aliran air sungai. Sekitar 69% air yang masuk ke sungai berasal dari hujan, pencairan es atau salju, dan sisanya berasal dari air tanah.

Ekosistem perairan tawar sendiri 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 menggenang atau tidak mengalir (*lentic waters*) yaitu danau, waduk dan rawa. Perairan ini memiliki aliran tetapi aliran – aliran tersebut tidak memiliki peranan penting karena alirannya tidak besar dan tidak mempengaruhi kehidupan jasad–jasad di dalamnya. Yang memegang peranan penting dan berpengaruh besar terhadap jasad–jasad hidup di dalamnya adalah terbaginya perairan tersebut menjadi beberapa lapisan dari atas ke bawah (stratifikasi) yang berbeda–beda sifatnya karena airnya berhenti. 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). Pembuatan waduk pada umumnya bertujuan untuk sumber air minum, PLTA, pengendali banjir, pengembangan perikanan darat, irigasi dan pariwisata. Waduk demikian disebut dengan waduk serbaguna (Ewusie, 1990). Ekosistem perairan waduk terdiri dari komponen biotik, seperti ikan, plankton, macrophyta, benthos dan sebagainya yang berhubungan timbal balik dengan komponen abiotik seperti tanah, air dan sebagainya.

2.2 Fitoplankton

Plankton yang merupakan tumbuhan mikroskopis disebut fitoplankton. Fitoplankton sebagian besar merupakan organisme *autotropik* dan menjadi produsen primer dari bahan organik pada habitat akuatik. Komponen lain dari plankton adalah binatang *heterotropik* yang disebut zooplankton. Sehingga fitoplankton merupakan *base line* dari jaring–jaring makanan pada lingkungan perairan (Herawati, 2003).

Fitoplankton terdiri dari kumpulan tanaman mikro yang hampir tidak mempunyai kemampuan melawan gerakan air. Beberapa fitoplankton dapat

menggunakan flagel, cilia dan lendir untuk gerakannya, tetapi sebagian besar melayang bebas di perairan (Wetzel, 1975).

Secara umum fitoplankton merupakan organisme *uniseluler*. Koloni fitoplankton terdiri dari sel individu yang biasanya *uniform*. Beberapa dari *green* dan *blue green algae* merupakan *filamentous algae* sedangkan beberapa spesies diatom dan dinoflagelata mempunyai sel yang berhubungan membentuk seperti rantai sel (Herawati, 1989).

Seluruh plankton dari golongan fitoplankton berwarna, sebagian besar berwarna hijau karena adanya macam – macam klorofil, klorofil a sampai klorofil d. Sehingga jenis fitoplankton diberi nama atas dasar warnanya (Sachlan, 1982). Menurut Davis (1955), fitoplankton yang hidup di air tawar maupun air laut terdiri dari lima kelompok besar (Phyllum) yaitu Chlorophyta (ganggang hijau), Cyanophyta (ganggang biru), Chrysophyta (ganggang coklat), Pyrophyta dan Euglenophyta.

Semua plankton dari fitoplankton mempunyai warna, dan sebagian besar warna hijau, karena adanya semacam klorofil (a sampai d). Walaupun fitoplankton atau bisa juga disebut alga merupakan flora yang pertama, tetapi sudah mempunyai macam-macam pigmen yang lengkap dan banyak nama-nama golongan alga yang diberi nama latin atas dasar warnanya (Sachlan, 1982).

2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Fitoplankton

Berbagai faktor kimia dan fisika dapat mempengaruhi pertumbuhan, kelangsungan hidup fitoplankton, seperti suhu, kecerahan, derajat keasaman (pH), karbondioksida (CO₂), nitrat, ortofosfat dan oksigen terlarut. Dari semua faktor fisika dan kimia tersebut, yang penting artinya bagi produktivitas fitoplankton adalah faktor cahaya dan nutrisi/ unsur hara. Hal ini disebabkan fotosintesis hanya dapat berlangsung pada kedalaman air yang masih dapat ditembus cahaya matahari. Unsur hara/nutrien juga hanya dapat dimanfaatkan pada kedalaman yang masih dapat ditembus oleh cahaya matahari.

2.3.1 Suhu

Cahaya matahari yang masuk ke perairan akan mengalami penyerapan dan perubahan menjadi energi panas. Proses penyerapan cahaya ini berlangsung secara lebih intensif pada lapisan atas sehingga lapisan atas perairan memiliki suhu yang lebih tinggi dan densitas yang lebih kecil dari pada lapisan bawah. Kondisi ini pada perairan tergenang akan menyebabkan terjadinya stratifikasi thermal pada kolom air (Effendi, 2003).

Suhu perairan dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk kedalam air. Suhu selain berpengaruh terhadap berat jenis, viskositas dan densitas air, juga berpengaruh terhadap kelarutan gas dan unsur-unsur dalam air. Sedangkan perubahan suhu dalam kolom air akan menimbulkan arus secara vertikal. Secara langsung maupun tidak langsung, suhu berperan dalam ekologi dan distribusi plankton baik fitoplankton maupun zooplankton (Subarijanti, 1994).

Suhu mempunyai efek langsung dan tidak langsung terhadap fitoplankton. Efek langsung yaitu toleransi organisme terhadap keadaan suhu, sedangkan efek tidak langsung yaitu melalui lingkungan misalnya dengan kenaikan suhu air sampai batas tertentu akan menurunkan kelarutan oksigen (Boney *dalam* Sudaryanti, 1989).

2.3.2 Kecerahan

Secara vertikal, kecerahan akan mempengaruhi intensitas cahaya yang akan menentukan tebalnya lapisan *eufotik*. Dalam distribusi fitoplankton, faktor cahaya sangat penting karena intensitas cahaya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis (Arfiati, 1992).

Bagian spektrum cahaya yang efektif untuk fotosintesis adalah cahaya yang mempunyai panjang gelombang 390-710nm dengan penyimpangan ± 10 nm dan yang menyusun 0,46-0,48% dari keseluruhan energi matahari. Di danau hanya 0,056% dari total energi radiasi yang jatuh dipermukaan bumi yang dimanfaatkan oleh fitoplankton setiap tahunnya dan di perairan sangat produktif hanya dapat menggunakan energi ini sekitar 3% (Mahmudi, 2005).

2.3.3 Padatan Total Tersuspensi

Padatan total (residu) adalah bahan yang tersisa setelah air sampel mengalami evaporasi dan pengeringan pada suhu tertentu (APHA, 1985). Padatan yang terdapat di perairan diklasifikasikan berdasarkan ukuran diameter partikel, seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Padatan di Perairan Berdasarkan Ukuran Diameter

Klasifikasi Padatan	Ukuran Diameter (μm)	Ukuran Diameter (mm)
Padatan terlarut	$<10^{-3}$	$<10^{-6}$
Koloid	$10^{-3} - 1$	$10^{-6} - 10^{-3}$
Padatan tersuspensi	>1	$>10^{-3}$

Padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid* atau TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter $>1\mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan *milipore* dengan diameter pori $0,45\mu\text{m}$. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh erosi tanah yang terbawa ke badan air. Bahan-bahan terlarut dan tersuspensi pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan, terutama TSS dapat meningkatkan nilai kekeruhan, yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis (Effendi, 2003).

2.3.4 Derajat Keasaman

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

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 aktivitas fotosintesis semakin tinggi maka akan menyebabkan pH semakin tinggi (Kordi, 2000).

2.3.5 Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida merupakan produk dari respirasi yang dilakukan oleh tanaman maupun hewan. Ketersediaan karbondioksida adalah sumber utama untuk fotosintesis, dan pada banyak cara menunjukkan hubungan keterbalikan dengan oksigen. Meskipun suhu merupakan faktor utama dalam regulasi konsentrasi oksigen dan karbondioksida, tetapi hal ini juga tergantung pada fotosintesis tanaman, respirasi dari semua organisme, aerasi air, keberadaan gas – gas lainnya dan oksidasi kimia yang mungkin terjadi (Goldman dan Horne, 1983).

Ketersediaan karbondioksida terlarut di air dapat bersumber dari air tanah, dekomposisi zat organik, respirasi organisme air, senyawa kimia dalam air maupun dari udara namun dalam jumlah yang sangat sedikit (Subarijanti, 1990). Tumbuhan akuatik, misalnya alga, lebih menyukai karbondioksida sebagai sumber karbon dibandingkan dengan bikarbonat dan karbonat. Bikarbonat sebenarnya dapat berperan sebagai sumber karbon. Namun di dalam kloroplas bikarbonat harus dikonversi terlebih dahulu menjadi karbondioksida dengan bantuan enzim *karbonik anhidrase* (Boney, 1989 dalam Effendi, 2003).

2.3.6 Nitrat (N-NO₃)

Nitrogen selalu tersedia di ekosistem perairan dan melimpah dalam bentuk gas. Nitrogen hadir dalam bentuk kombinasi dari amonia, nitrat, nitrit, urea, dan senyawa organik terlarut dalam jumlah yang sedikit. Dari seluruh kombinasi tersebut, nitrat merupakan yang paling penting. Sel hidup mengandung sekitar 5% total nitrogen dari berat keringnya. Ketersediaan dari berbagai bentuk nitrogen tersebut dipengaruhi oleh varietas, kelimpahan dan nutrisi dari hewan maupun tanaman akuatik. Nitrogen sering hadir dalam jumlah yang dapat menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman. Kondisi ini umumnya terjadi pada daerah beriklim hangat dan daerah dimana ketersediaan pospor dan silikon relatif tinggi karena erosi alami dan pencemaran (Goldman dan Horne, 1983).

Nitrat adalah sumber nitrogen dalam air laut maupun air tawar. Bentuk kombinasi lain dari elemen ini bisa tersedia dalam bentuk amonia, nitrit dan

komponen organik. Kombinasi elemen ini sering dimanfaatkan oleh fitoplankton terutama kalau unsur nitrat terbatas. Nitrogen terlarut juga bisa dimanfaatkan oleh jenis *blue-green algae* dengan cara fiksasi nitrogen (Herawati,1989).

2.3.7 Ortofosfat ($P-PO_4^3$)

Fosfor tidak dibutuhkan dalam jumlah besar untuk pertumbuhan tanaman, tidak seperti karbon, oksigen, hidrogen dan nitrogen. Tapi fosfor merupakan salah satu elemen pembatas baik di tanah maupun di perairan tawar, karena fosfor sangat langka dan terkandung dalam batuan dengan jumlah yang sedikit dan fosfor tidak memiliki bentuk gas dalam siklusnya sehingga tidak dapat difiksasi seperti nitrogen, selain itu fosfor terikat secara reaktif pada berbagai jenis tanah (Goldman dan Horne, 1983).

Secara umum ada tiga bentuk fosfor di ekosistem akuatik, yaitu fosfat terlarut, fosfor total terlarut dan fosfor partikulat. Fosfat di danau terdapat baik dalam organik maupun anorganik. Bentuk anorganik fosfat sebagian besar adalah ortofosfat (PO_4^-) dan sebagian lagi bentuk monofosfat (HPO_4^-) dan dihidrogen fosfat ($H_2PO_4^-$) (Goldman dan Horne, 1983).

Input utama fosfor ke danau berasal dari aliran sungai dan pengendapan. Air hujan juga merupakan sumber fosfor namun hanya sedikit mengandung fosfor dari pada nitrogen. Sebagian besar fosfor terbawa ke danau yang tidak terpolusi sebagai partikel organik dan anorganik. Hampir setengah dari fosfor yang terkandung dalam limbah rumah tangga berasal dari detergen (Goldman dan Horne, 1983).

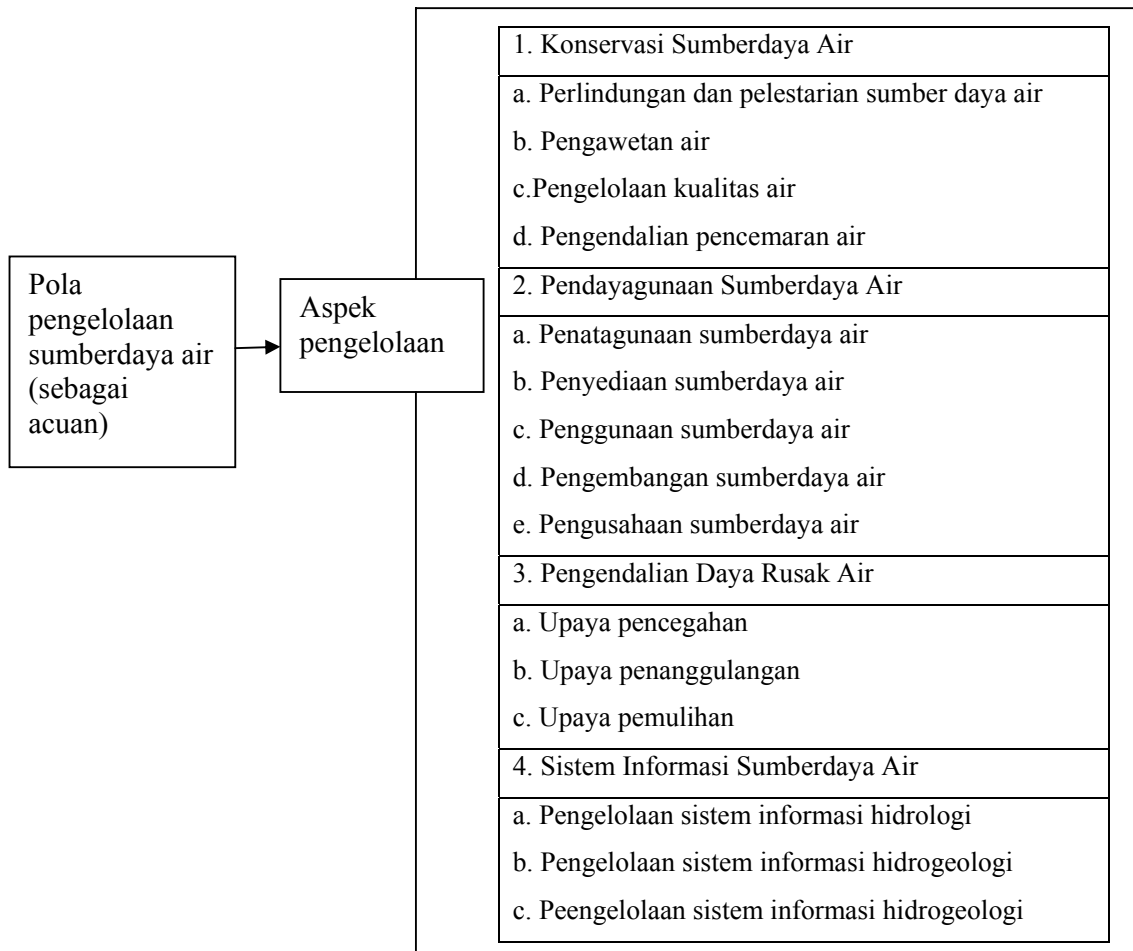
2.3.8 Oksigen Terlarut/ Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen merupakan faktor penting bagi kehidupan makro dan mikro organisme perairan karena diperlukan untuk proses pernafasan. Sumber oksigen terlarut di perairan dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Fluktuasi harian oksigen dapat mempengaruhi parameter kimia yang lain,

terutama pada saat kondisi tanpa oksigen, yang dapat mengakibatkan perubahan sifat kelarutan beberapa unsur kimia di perairan (Effendi, 2003).

2.4 Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk

Menurut Kodoatie dan Sjarief (2005), ada 4 aspek penting dalam pengelolaan sumberdaya air, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan aspek Pengelolaan Sumberdaya Air

Untuk menjaga agar kelestarian ekosistem waduk dapat terpelihara, maka perlu usaha pengelolaan baik secara ekologi, ekonomi maupun sosial. Menurut Sudaryanti (1989), pengelolaan tersebut bisa berupa:

1. Pengelolaan secara ekologis

Pengelolaan secara ekologis meliputi pengelolaan komponen yang terdapat dalam ekosistem perairan waduk. Oleh karena permasalahan yang dihadapi perairan waduk adalah masalah pencemaran perairan sebagai akibat proses eutrofikasi, maka perlu diketahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya eutrofikasi yaitu unsur hara, misalnya pospat. Selain itu pengelolaan ekosistem perairan waduk secara ekologi selain dapat dilakukan secara kimia juga dapat dilakukan secara biologi, yaitu menggunakan fitoplankton.

2. Pengelolaan secara ekonomi

Pengelolaan secara ekonomi bisa dilakukan dengan cara antara lain:

- Pola usaha penangkapan yang tepat, dimana optimasi produksi disesuaikan dengan potensi kesuburan alami perairan yang dieksploitasi sehingga keseimbangan akan terjaga.
- Pelestarian lingkungan perairan. Karena kegiatan perikanan di waduk merupakan kegiatan tambahan, maka agar kegiatan perikanan tidak merusak atau mencemari perairan waduk perlu diperhatikan pokok-pokok kebijakan sebagai berikut:
 - a. larangan untuk mengadakan penangkapan dan budidaya dengan cara-cara yang merusak dan mencemari perairan waduk.
 - b. pengawasan dan wewenang penindakan terhadap setiap usaha atau kegiatan yang kiranya dapat merusak kelestarian lingkungan perairan.

3. Pengelolaan secara sosial

Pembangunan suatu waduk berpengaruh terhadap pembangunan suatu daerah. Oleh karena itu pembangunan waduk akan mempengaruhi aspek sosial, ekonomi dan budaya masyarakat. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk menjaga kelestarian perairan waduk adalah sebagai berikut:

- Pengendalian sampah

Sampah yang ada di sekitar perairan waduk sebagian besar berasal dari sampah permukiman. Untuk itu perlu dilakukan upaya penyuluhan kepada masyarakat agar tidak membuang sampah ke perairan waduk. Kemudian

juga perlu dilakukan upaya untuk mengurangi tekanan penduduk yang bermukim di daerah aliran sungai dan mencegah pendirian pabrik di sepanjang daerah sekitar waduk.

- Pengendalian gulma
Untuk mencegah tanaman gulma air di perairan waduk adalah dengan diadakan pelarangan pemeliharaan tanaman yang termasuk jenis gulma air seperti eceng gondok, ganggang dan lain sebagainya.
- Pengendalian pencemaran dan kesehatan lingkungan
Untuk pengendalian pencemaran dan kesehatan lingkungan perlu dilakukan upaya anjuran untuk tidak membuang limbah ke perairan waduk, anjuran untuk membuat perlakuan air sebelum limbah di buang ke perairan waduk, serta penyuluhan kepada masyarakat tentang perlunya menjaga kesehatan dan kelestarian lingkungan.

2.5 Evaluasi Kebijakan

Evaluasi adalah kegiatan penilaian kinerja yang diukur dengan efisiensi, efektifitas, dan kemanfaatan program serta keberlanjutan pembangunan/ program itu sendiri. Evaluasi kinerja pelaksanaan rencana pembangunan dilaksanakan terhadap keluaran kegiatan yang dapat berupa barang dan jasa dan terhadap hasil (*outcomes*) program pembangunan yang berupa dampak dan manfaat.

Evaluasi dilakukan dengan maksud untuk dapat mengetahui dengan pasti apakah pencapaian hasil, kemajuan dan kendala yang dijumpai dalam pelaksanaan rencana pembangunan dapat dinilai dan dipelajari untuk perbaikan pelaksanaan rencana pembangunan dimasa yang akan datang. Fokus utama evaluasi pelaksanaan rencana pembangunan diarahkan kepada hasil, manfaat, dan dampak dari rencana pembangunan. Pada prinsipnya, untuk menciptakan proses dan kegiatan perencanaan yang efisien, efektif, dan transparan, serta akuntabel, dibuat perangkat evaluasi yang dapat diukur melalui penyusunan indikator dan sasaran kinerja pelaksanaan rencana yang meliputi; (i) indikator masukan, (ii) indikator keluaran, dan (iii) indikator hasil/manfaat (Bappenas, 2008).

BAB III

METODE PENELITIAN

Dalam bab ini diuraikan tipe penelitian, ruang lingkup penelitian, lokasi dan metode penelitian yang digunakan.

3.1 Tipe Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi mengenai status suatu gejala yang ada menurut apa adanya pada saat penelitian dilakukan. Penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis tertentu, tetapi hanya menggambarkan apa adanya tentang suatu variabel, gejala atau keadaan (Arikunto, 2003). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, pengukuran langsung kualitas air waduk serta wawancara.

3.2 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian meliputi aktivitas sosial, budaya dan ekonomi masyarakat yang berpengaruh terhadap kondisi kualitas fisika, kimia perairan, sehingga berpengaruh pula pada kondisi fitoplankton di perairan, dan pada akhirnya akan berpengaruh pada upaya pengelolaan lingkungan Waduk Lahor. Ditelaah pula kebijakan pemerintah/instansi terkait dalam pengelolaan lingkungan perairan Waduk Lahor. Penelitian ini dilakukan pada musim kemarau.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah waduk Lahor yang terletak di Kecamatan Sumberpucung Kabupaten Malang, Jawa Timur. Waduk Lahor terletak di sungai Lahor (anak sungai Brantas), sehingga aktivitas di Daerah Pengaliran Sungai (DPS) ini yang diwakili oleh Desa Slorok dan Desa Ngajum Kecamatan Kromengan masuk dalam wilayah penelitian karena berbagai aktivitas di DPS ini kemungkinan akan memberikan dampak bagi kondisi lingkungan waduk Lahor.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan pokok-pokok data yang akan dianalisis berdasarkan materi penelitian yang ada. Variabel dari penelitian ini terdiri dari variabel kualitas fisika, kimia dan biologi air waduk (suhu, kecerahan, DO, TSS, CO₂, nitrat, ortofosfat, pH, dan fitoplankton), jenis aktivitas masyarakat, serta kebijakan pemerintah dalam upaya pengelolaan lingkungan perairan waduk. Untuk lebih jelasnya variabel penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

3.5 Jenis dan Sumber Data

Data yang diambil dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil terdiri dari fitoplankton serta kualitas fisika dan kimia air dari waduk Lahor, serta aktivitas sosial, ekonomi dan budaya masyarakat. Sedangkan data sekunder yang diambil adalah data teknis waduk seperti kedalaman waduk, luas waduk, pemanfaatan waduk, jenis ikan yang ada di waduk tersebut, data demografi, serta data mengenai kebijakan dalam upaya pengelolaan lingkungan perairan waduk yang dilakukan oleh pemerintah maupun instansi terkait. Jenis dan sumber data dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini meliputi, teknik pengambilan sampel kualitas air (fitoplankton, kualitas fisika, kimia air) melalui pengukuran langsung di lapangan dan teknik pengambilan sampel masyarakat di sekitar waduk, dan DPS dengan cara *purposive sampling*.

3.6.1 Prosedur Penetapan Stasiun Pengambilan Sampel Air

Lokasi pengambilan sampel air yang diambil dianggap mewakili keadaan waduk Lahor secara keseluruhan. Sampel diambil pada empat stasiun yaitu:

Stasiun I : merupakan *inlet*, yaitu daerah aliran masuk dari sungai Dewi

Stasiun II : merupakan *outlet*, yaitu daerah bendungan

Stasiun III : merupakan *inlet*, yaitu daerah aliran masuk dari sungai Leso

Stasiun IV : merupakan *inlet*, yaitu daerah aliran masuk dari sungai Lahor

Untuk melihat lebih jelas gambaran dari masing – masing stasiun dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.6.2 Teknik Pengambilan Sampel Fitoplankton

Menurut APHA (1985), sampel diambil dengan menggunakan *Kemmerer Water Sampler* sebanyak 6 liter untuk perairan *oligotropik* dan 1 liter untuk perairan *eutropik*, namun dalam penelitian ini sampel fitoplankton yang diambil sebanyak 10 liter. Cara menggunakan alat *Kemmerer Water Sampler* tersebut adalah dengan memasukkan alat tersebut sesuai dengan kedalaman yang ditentukan, kemudian disaring dengan jala plankton. Menurut Sachlan (1982), jala plankton yang digunakan adalah jala plankton no. 25 dengan ukuran mata jaring 64 μm . Sampel plankton yang sudah tersaring ditetesi dengan formalin 4% sebanyak 5 tetes sebelum dilakukan pengamatan di bawah mikroskop dan diberi label (jam, tanggal, bulan, tahun, nama perairan, stasiun, dan kedalamannya).

3.6.3 Teknik Pengambilan Sampel Kualitas Air

Untuk parameter kualitas air yang diambil meliputi suhu, kecerahan, TSS, pH, karbondioksida bebas, oksigen terlarut, nitrat dan ortofosfat. Pengukuran masing – masing parameter kualitas air dilakukan pada kedalaman yang telah ditentukan. Untuk pengukuran pH, karbondioksida bebas, TSS, oksigen terlarut, nitrat dan ortofosfat air sampel diambil dengan menggunakan *Kemmerer water sampler*, sebelum dilakukan pengukuran nitrat dan ortofosfat terlebih dahulu sampel yang telah diambil perlu diawetkan sebelum dianalisa di laboratorium. Menurut APHA (1985) pengawetan sampel untuk pengukuran nitrat dan ortofosfat bisa dilakukan dengan cara diberi H_2SO_4 sampai $\text{pH} < 2$ kemudian disimpan dalam *cool box* yang diisi es.

3.6.4 Teknik Pengambilan Sampel Masyarakat

Pemilihan sampel desa maupun sampel masyarakat yang dianggap mewakili untuk menggambarkan kondisi masing-masing sungai dilakukan dengan metode *purposive sampling*, artinya bahwa pemilihan didasarkan atas ciri-ciri atau sifat-sifat tertentu yang dipandang mempunyai sangkut paut yang erat dengan obyek penelitian (Hadi, 2005). Dalam penelitian ini ciri-ciri tersebut adalah letak desa yang berada pada DPS waduk Lahor, dan aktivitas masyarakatnya yang berhubungan dengan pemanfaatan sumberdaya air sungai maupun waduk.

Daerah Pengaliran Sungai (DPS) waduk Lahor bagian hulu berada pada dua Kecamatan yaitu Kecamatan Wonosari (Desa Wonosari) dan Kecamatan Kromengan (Desa Slorok dan Desa Ngajum). Namun dari kedua kecamatan tersebut, diambil hanya pada Kecamatan Kromengan (Desa Slorok dan Desa Ngajum) karena letaknya yang berdekatan dengan lokasi waduk. Sedangkan untuk sampel desa di sekitar waduk hanya satu desa, yaitu Desa Karangates yang merupakan lokasi waduk Lahor (Lampiran 5).

Masyarakat yang menjadi sampel adalah masyarakat yang aktivitasnya berhubungan langsung dengan pemanfaatan sumberdaya air waduk dan sungai, seperti petani, petani ikan, pengunjung waduk, pemilik rumah makan, dan nelayan juga masyarakat yang bertempat tinggal baik di sekitar DPS maupun di sekitar waduk. Termasuk juga tokoh masyarakat dan pihak pengelola yaitu Perum Jasa Tirta. Dengan jumlah nara sumber/informan tidak dibatasi tetapi melihat perkembangan informasi yang diperoleh peneliti dari wawancara dan observasi di lapangan.

Data aktivitas sosial, ekonomi dan budaya masyarakat diambil melalui metode wawancara (*interview*) pada nara sumber dari masing-masing jenis aktivitas yang ada. Wawancara dilakukan langsung, bebas tidak terstruktur dengan menggunakan pedoman pertanyaan sebagai panduan, sehingga jawaban dari nara sumber bersifat terbuka. Jumlah nara sumber yang diwawancarai dapat dilihat pada Tabel 2.

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Data yang diambil dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Teknik pengumpulan data pada masing-masing jenis data dilakukan baik melalui pengukuran langsung di lapangan, observasi dan wawancara. Jumlah nara sumber yang diwawancari dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah nara sumber yang diwawancari

	Perikanan Darat	Pertanian	Permukiman	Pariwisata	Instansi	Jumlah nara sumber
Petani ikan	10					25
Pedagang ikan	5					
Nelayan	5					
Petani		5				10
Penduduk sekitar DPS dan di sekitar waduk			10			
Pengunjung				13		15
Pemilik rumah makan				10		
Pemilik perahu				2		
Perum Jasa Tirta					2	2
JUMLAH						52

3.8 Metode Analisis Data

Untuk mengetahui kelimpahan fitoplankton digunakan analisis kuantitatif dengan menggunakan metode modifikasi Lackey Drop (Herawati, 1989) sebagai berikut:

Kelimpahan fitoplankton (individu / liter)

$$N = \frac{TxV}{LxvxpW} \times n$$

Keterangan :

N = Jumlah total fitoplankton (individu / liter)

n = Jumlah fitoplankton pada setiap lapang pandang

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

- L = Luas satu lapang pandang ($\pi^2 \text{ mm}^2$), r = jari-jari lapang pandang
 V = Volume konsentrat plankton dalam botol penampung
 v = Volume konsentrat plankton di bawah *cover glass* (0,05 ml)
 W = Volume air waduk yang tersaring dengan jala plankton
 p = Jumlah lapang pandang

Untuk mengetahui tingkat keanekaragaman fitoplankton di perairan waduk Lahor dihitung dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener sebagai berikut:

$$H' = -\sum(n_i/N) \times \ln(n_i/N) \quad (\text{Odum, 1993})$$

Keterangan: H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

n_i = jumlah individu jenis ke-1

N = jumlah total individu

Untuk melihat tingkat pemerataan fitoplankton digunakan *evenness index* dengan rumus sebagai berikut (Odum, 1971 dalam Samuel, 1990) :

$$E = H' / H_{\max} \times 100\%$$

$$H_{\max} = \ln S$$

Dimana: E = Indeks evenness

H' = Indeks diversitas

H_{\max} = Indeks diversitas maksimum

S = Jumlah spesies

E berkisar dari 0-1

H' berkisar dari $0 - \ln S$ (H_{\max})

Dari kedua rumus tersebut (H' dan E) memberikan gambaran bahwa semakin tinggi nilai H' maka keragaman spesies perairan yang diteliti semakin tinggi. Sedangkan untuk nilai indeks keseragaman (E), semakin tinggi nilai E akan semakin tinggi pula keseragaman populasi.

Sedangkan untuk mengetahui hubungan tiap parameter kualitas air yang dianggap paling memengaruhi kehidupan fitoplankton dengan kelimpahan fitoplankton digunakan analisis lajur (*path analysis*). Dengan cara membuat bagan hipotetik hubungan antara fitoplankton dengan parameter kualitas air, kemudian bagan hipotetik tersebut dianalisis dengan menggunakan analisis korelasi.

Selanjutnya dianalisis lebih lanjut dengan regresi berganda, untuk menguji hasil analisis korelasi tersebut menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3$$

Dengan:

Y = Kelimpahan fitoplankton (individu/liter)

X₁ = CO₂ (mg/liter)

X₂ = Nitrat (mg/liter)

X₃ = Ortofosfat (mg/liter)...X_n

Untuk data sosial, ekonomi dan budaya masyarakat dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif kualitatif berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang dilakukan. Sedangkan untuk analisis pengelolaan waduk berdasarkan Sudaryanti 1989.

Tabel 3. Metode Penelitian

Input	Parameter	Variabel	Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data	Sumber Data	Analisis
Aliran sungai yang masuk ke waduk membawa bahan masukan	Fisika air	1.)suhu	Primer	Pengukuran	Hasil pengukuran langsung di lapangan dan laboratorium	Analisis lajur
		2.) Kecerahan				
		3.) TSS				
	Kimia air	1.) CO ₂	Primer	Pengukuran, Lackey Drop		
		2.) pH				
		3.) DO				
4.) NO ₃						
5.) Ortopospat						
Biologi air	Fitoplankton					
masyarakat	Aktivitas masyarakat	Jenis aktivitas masyarakat	Sekunder dan primer	wawancara, dan observasi	Kantor Desa dan masyarakat sekitar waduk dan DPS serta tokoh masyarakat	Deskriptif kualitatif
Upaya pengelolaan lingkungan perairan waduk oleh pemerintah/ instansi terkait	Kebijakan pemerintah dan instansi terkait	Kebijakan pemerintah dalam upaya pegelolaan lingkungan perairan waduk	Primer	Wawancara	Perum Jasa Tirta, Bapedalda Kabupaten Malang	

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum lokasi Penelitian

Bendungan Lahor merupakan bagian dari Proyek pengembangan wilayah sungai Brantas yang dilaksanakan secara terpadu oleh Badan Proyek Brantas atau lengkapnya Badan Pelaksana Induk Pengembangan Wilayah Sungai Brantas. Proyek ini mulai dilaksanakan pada tahun 1972 dan dapat berfungsi sejak bulan November 1977. Berdasarkan Keputusan Presiden No. 5/1990 maka mulai tanggal 1 April 1991 waduk Lahor dikelola oleh Perum Jasa Tirta (Dirjen Pengairan, 1983).

Perusahaan Umum Jasa Tirta (PJT) didirikan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 5 tahun 1990 tentang Perum Jasa Tirta, pada tanggal 12 Februari 1990. Berdasarkan PP. No. 93 Tahun 1999 nama Perum Jasa Tirta dirubah menjadi Perum Jasa Tirta I. Tujuan berdirinya PJT adalah mengelola sumberdaya air (SDA) secara profesional agar SDA dapat berfungsi secara optimal sesuai rencana dengan bertumpu pada partisipasi swasta dan masyarakat sehingga secara bertahap mengurangi beban pemerintah (APBN/APBD) (Jasatirta, 2007).

Bendungan Lahor ini terletak pada Kali Lahor (anak sungai kali Brantas), sejauh $\pm 1,5$ km di sebelah utara Bendungan Serbaguna Sutami atau terletak ± 32 km di sebelah selatan Kota Malang ke arah Kota Blitar pada elevasi 278 m di atas permukaan laut, memiliki luas $2,6 \text{ km}^2$ atau 260 Ha. Waduk Lahor di bangun dengan tujuan dan manfaat antara lain (Dirjen Pengairan, 1983):

1. Pengendali Banjir

Debit banjir dari $790 \text{ m}^3/\text{det}$ dikendalikan menjadi $150 \text{ m}^3/\text{det}$ dan sedimen yang menyebabkan pendangkalan sebesar $35.000 \text{ m}^3/\text{tahun}$ akan ditampung.

2. Pembangkit Tenaga Listrik

Air yang tertampung di Waduk Lahor dialirkan ke Waduk Sutami melalui terowongan penghubung. Tambahan air ini dapat menggerakkan unit III PLTA Sutami dengan daya terpasang 35.000 kW dan menaikkan tenaga listrik sebesar 7.220.000 kWh/tahun

3. Irigasi

Dengan mengatur pemberian air irigasi di hilir, maka akan diperoleh penambahan daerah penanaman padi seluas 1.100 Ha pada musim kemarau. Dengan demikian akan menaikkan produksi padi dan palawija sebesar 9.800 ton setiap tahunnya.

4. Manfaat lain

Berupa usaha perikanan darat dan pariwisata.

4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel Kualitas Air

Stasiun pengambilan sampel kualitas air dalam penelitian terdiri dari empat stasiun, berdasarkan aliran masuk dan keluar dari waduk. Stasiun pertama, terletak pada daerah aliran masuk sungai Dewi, yang daerahnya merupakan daerah yang dekat dengan lahan pertanian. Beberapa jenis vegetasi yang ada di daerah ini antara lain pohon bambu, pohon kelapa, pohon pisang, pohon mahoni dan lain-lain. Sedangkan lahan pertanian yang ada ditanami oleh jenis tanaman seperti jagung dan padi. Untuk lebih jelasnya lokasi stasiun I dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Foto stasiun I daerah aliran Sungai Dewi

Stasiun II merupakan daerah pengeluaran air waduk (bendungan). Daerah ini terletak dekat dengan jalan raya dan tempat wisata Lokasi stasiun II dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Foto stasiun II daerah bendungan waduk

Stasiun III merupakan daerah yang dialiri oleh sungai Leso. Di stasiun ini terdapat sejumlah rumah makan. Selain itu juga terdapat aktifitas perikanan darat yaitu kegiatan budidaya karamba. Jenis ikan yang dibudidayakan adalah ikan nila dan kegiatan pemancingan. Lokasi stasiun III dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Foto stasiun III daerah aliran Sungai Leso

Stasiun IV merupakan daerah yang dialiri oleh sungai Lahor, daerah ini merupakan daerah yang dekat dengan permukiman penduduk, dan lahan pertanian seperti pada stasiun I. Kegiatan perikanan darat yang nampak pada daerah ini yaitu kegiatan penangkapan dengan menggunakan brajang (lihat Gambar 8) dan budidaya. Lokasi stasiun IV dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Foto stasiun IV daerah aliran Sungai Lahor



Gambar 8. Foto alat tangkap Brajang (jaring kerek)

Kondisi aktivitas dan kualitas fisika, kimia serta biologi air pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kondisi aktivitas dan kualitas air waduk per stasiun

Stasiun	Kualitas air								Fitoplankton (individu/L)	Pemanfaatan
	Kecerahan (cm)	Suhu (°C)	pH	CO ₂ (mg/L)	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Pospat (mg/L)		
I	73,75	27,25	8,19	4,99	9,062	0,016	0,15	0,288	521.301	Pertanian, pemancingan.
II	73,75	27,5	8,14	7,99	9,26	0,013	0,175	0,585	874.638	Wisata, pemancingan.
III	71,125	28,25	8,24	7,99	9,51	0,03	0,125	0,22	1.917.979	Rumah makan, karamba, jaring sekat, pemancingan
IV	71,25	28	8,07	10,98	9,89	0,053	0,175	0,35	1.998.020	Permukiman, karamba, jaring sekat, pemancingan, pertanian

4.3 Kondisi Fitoplankton dan Kualitas Fisika-Kimia Air Waduk

Pengambilan sampel untuk pengukuran parameter kualitas fisika dan kimia air dilakukan pada saat yang bersamaan dengan pengambilan sampel fitoplankton. Sampel air diambil pada 4 stasiun pengambilan sampel seperti tertera pada Lampiran 1.

4.3.1 Kondisi Fitoplankton

Dari hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa fitoplankton yang ada di perairan Waduk Lahor terdiri dari 3 divisio, yaitu Chlorophyta, Cyanophyta dan Chrysophyta. Total jumlah spesies yang ditemukan adalah 9 spesies, terdiri dari Cyanophyta diwakili oleh 3 spesies, yaitu *Lyngbya* Sp., *Microcystis* Sp., *Tetrapedia* Sp., Chlorophyta (2 spesies) antara lain *Gonatozygon* Sp., dan *Chlorella* Sp., sedangkan Chrysophyta terdiri dari 4 spesies yaitu *Nitzschia* Sp., *Navicula* Sp., *Synedra* Sp., dan *Diatoma* Sp. Fitoplankton yang hidup di air tawar terdiri dari 5 kelompok besar, yaitu Chlorophyta (ganggang hijau), Cyanophyta (ganggang biru), Chrysophyta, Pyrrophyta dan Euglenophyta (Subarijanti, 1990).

Hasil analisis komunitas fitoplankton pada Tabel 5, diperoleh bahwa kelimpahan tertinggi ada pada divisio Chrysophyta yang diwakili oleh jenis

Nitzschia Sp. (1.910.987 individu/liter). Tingginya kelimpahan fitoplankton jenis *Nitzschia* sp ini tentu saja menguntungkan terutama bagi kegiatan budidaya ikan dan udang, karena fitoplankton jenis ini umumnya disukai oleh ikan dan larva udang.

Dari hasil penelitian Apridayanti (2006), diketahui bahwa kelimpahan fitoplankton di waduk Lahor didominasi oleh Cyanophyta dari jenis *Lyngbya* sp. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan pada saat itu buruk, ini disebabkan karena kelompok fitoplankton ini umumnya mampu tumbuh dan berkembang pada perairan yang tercemar bahan organik.

Kondisi fitoplankton bervariasi di setiap stasiun pengambilan sampel, seperti tertera pada Gambar 9. Dari gambar tersebut, diketahui bahwa kondisi fitoplankton pada stasiun I cenderung stabil terlihat dari kisaran data yang terbagi sama besar oleh nilai tengah data. Stasiun I cenderung stabil karena stasiun ini masuk dalam zona suaka yang berperan sebagai zona perlindungan bagi ikan yang memijah maupun ikan yang belum cukup umur untuk ditangkap. Oleh karenanya pada zona ini tidak diijinkan adanya aktivitas seperti budidaya maupun penangkapan, penangkapan ikan yang diperkenankan hanya penangkapan dengan menggunakan pancing bermata satu dan jala lempar dari tepi waduk tanpa perahu.

Kondisi fitoplankton di stasiun II cenderung tidak stabil meskipun stasiun ini masuk dalam zona bahaya dimana tidak diijinkan adanya aktivitas apapun di sini. Kondisi ini terlihat dari kisaran data yang banyak berfluktuasi di atas rata-rata. Ini diduga disebabkan kondisi stasiun II berdekatan dengan tempat wisata.

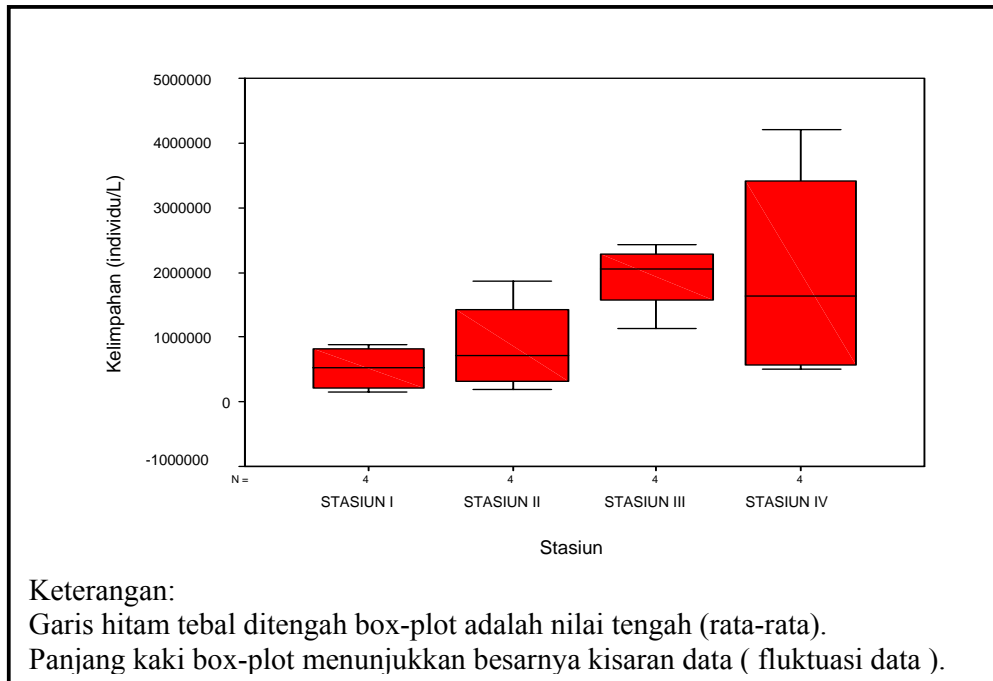
Stasiun III juga memperlihatkan kondisi yang tidak stabil, terlihat dari kisaran data yang banyak berfluktuasi di bawah rata-rata. Kondisi ini diduga disebabkan karena aktivitas (rumah makan dan budidaya karamba) yang ada di stasiun ini diduga tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap kondisi fitoplankton yang ada. Stasiun III ini masuk dalam zona perusahaan. Dimana diijinkan adanya aktivitas di dalam zona ini.

Di stasiun IV kondisinya juga tidak stabil, terlihat dari kisaran data yang banyak di atas rata-rata. Kondisi ini disebabkan oleh letak stasiun IV yang berada pada aliran sungai utama yang masuk ke waduk Lahor yaitu sungai Lahor, dengan

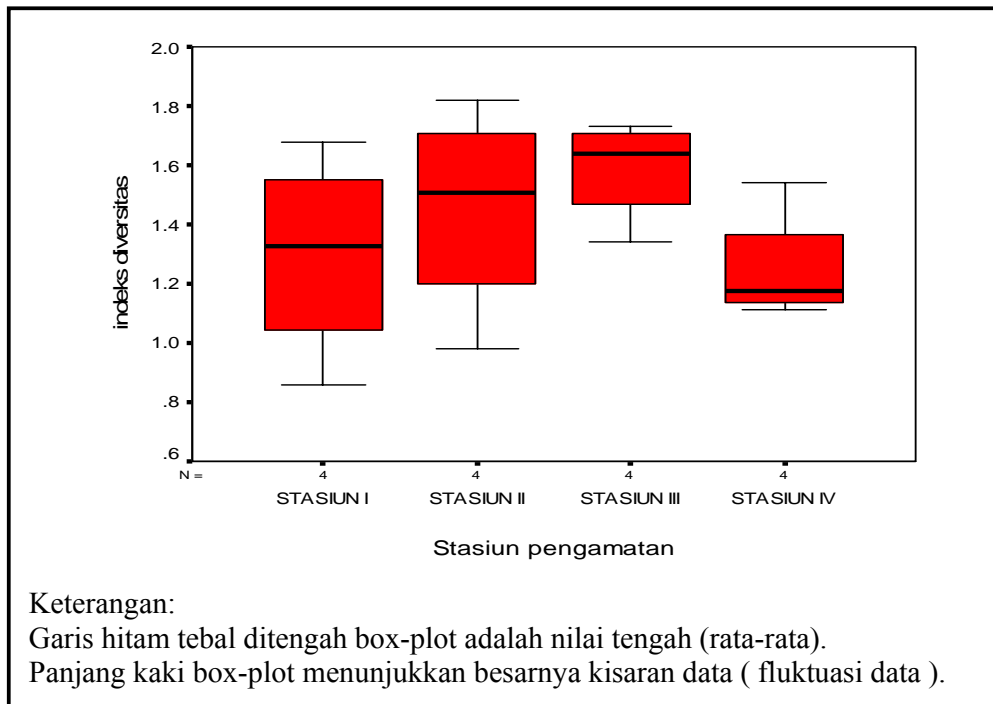
jenis aktivitas yang ada antara lain pertanian dan perikanan (jaring kerek/ brajang, dan jaring sekat) dan juga permukiman.

Indeks diversitas organisme fitoplankton di Waduk Lahor pada setiap waktu pantau berkisar antara 0,8568-1,81492 (Tabel 6). Nilai tertinggi berada pada stasiun II, sedangkan nilai terendah ada pada stasiun IV. Semakin tinggi nilai indeks diversitasnya, maka semakin banyak organisme yang dapat menghuni daerah tersebut (Odum, 1993). Fluktuasi dari indeks diversitas fitoplankton pada masing-masing stasiun pengambilan sampel seperti terlihat pada Gambar 10.

Berdasarkan Gambar 10 terlihat bahwa fluktuasi kisaran data indeks diversitas fitoplankton di seluruh stasiun pengambilan sampel hampir sama dengan fluktuasi kisaran data kelimpahan fitoplankton yang ada. Kecuali pada stasiun II, dimana data indeks diversitasnya lebih banyak berfluktuasi di bawah rata-rata, ini berbeda dengan fluktuasi kisaran data kelimpahan fitoplankton yang banyak berfluktuasi di atas rata-rata. Dengan demikian kondisi ini menunjukkan bahwa pada stasiun II kelimpahan fitoplankton relatif tinggi namun indeks diversitasnya relatif rendah. Hal ini diduga karena pada stasiun ini pengaruh daratan yang masuk ke perairan hanya dari kegiatan wisata (rumah makan) yang terletak berdekatan dengan stasiun ini. Sedangkan stasiun IV memiliki kisaran indeks diversitas terendah sementara dilihat dari kisaran kelimpahan jenis, stasiun ini memiliki kelimpahan yang tertinggi. Kemungkinan hal ini disebabkan karena tingkat aktivitas pemanfaatan pada stasiun ini yang terletak di zona perusahaan sudah hampir atau bahkan sudah mencapai jenuh. Untuk itu perlu upaya pengawasan yang lebih baik lagi terhadap berbagai aktivitas yang ada di sekitar waduk selain itu juga perlu ditinjau kembali penentuan zonasi waduk yang telah ada karena zonasi yang ada tampak sudah tidak sesuai lagi jika dilihat dari kondisi yang ada.



Gambar 9. Grafik box plot kondisi fitoplankton di seluruh stasiun pengambilan sampel



Gambar 10. Grafik box plot indeks diversitas fitoplankton di seluruh stasiun pengambilan sampel

Menurut Krebs (1978) dalam Samino (2004) keanekaragaman jenis (indeks diversitas) digunakan untuk mengukur tingkat keteraturan dan ketidakteraturan atau stabilitas suatu ekosistem. Dari segi ekologi, jumlah jenis dalam suatu ekosistem adalah penting karena keragaman jenis tampaknya bertambah bila komunitas menjadi makin stabil. Hal ini berarti bahwa semakin besar nilai indeks keanekaragaman (diversitas) jenis organisme pada perairan waduk maka semakin besar pula tingkat keteraturan atau stabilitas organisme tersebut di dalam perairan. Nilai indeks keseragaman (E) waduk Lahor berkisar antara 0,667-0,816 (Tabel 7). Semakin mendekati satu nilai indeks keseragaman menggambarkan semakin seragamnya populasi yang ada.

Tabel 7. Jumlah spesies, indeks diversitas dan indeks keseragaman fitoplankton di waduk Lahor

Parameter	Stasiun			
	I	II	III	IV
Jumlah spesies (S)	7	8	7	6
indeks diversitas maksimum (Hmax)	1.946	2.079	1.946	1.792
Indeks diversitas (H')	1.297	1.456	1.5875	1.25
Indeks keseragaman (E)	0.667	0.700	0.816	0.698

4.3.2 Kondisi Kualitas Fisika dan Kimia Perairan Waduk Lahor

Seperti halnya organisme hidup lain, fitoplankton dalam pertumbuhan dan kehidupannya juga dipengaruhi oleh lingkungan. Oleh karena itu keberadaan fitoplankton di perairan akan bervariasi tergantung dari kondisi kualitas perairan yang ada.

Kualitas air yang mempengaruhi kehidupan fitoplankton ini dapat dikelompokkan menjadi faktor fisik dan kimia. Faktor fisik yang diukur dalam penelitian ini terdiri dari suhu, kecerahan, dan Padatan Total Tersuspensi (TSS). Sedangkan faktor kimia yang diukur meliputi derajat keasaman (pH), CO₂, DO (*Dissolved Oxygen*/ oksigen terlarut) serta nutrisi (Pospat dan nitrat). Pengukuran kondisi kualitas air ini dilakukan pada waktu yang sama dengan pengambilan sampel fitoplankton. Hasil pengukuran parameter kualitas air ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Dilihat dari Tabel 8, maka berdasarkan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 413 Tahun 1987 tentang penggolongan dan baku mutu air di Jawa Timur, kondisi perairan waduk Lahor masih sesuai untuk memenuhi tujuan pembangunan waduk itu sendiri yaitu irigasi pertanian (baku mutu golongan D) dan perikanan darat (baku mutu golongan C). Keputusan Gubernur ini dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 8. Kondisi kualitas perairan Waduk Lahor per waktu pantau

Parameter		Kecerahan (cm)	Suhu (°C)	pH	CO ₂ (mg/L)	DO (mg/L)	TSS	Nitrat (mg/L)	Pospat (mg/L)	
S T A S I U N	I	1	71.5	26	8	19.976	6.086	0.0008	0.2	0.2082
		2	86.5	28	8.35	0	10.248	0.0581	0.1	0.0049
		3	62.5	28	8.3	0	10.824	0.0016	0.2	0.9315
		4	74.5	29	8.14	0	9.088	0.0044	0.1	0.00677
	II	1	88	24	8	15.981	7.979	0.004	0.3	1.4729
		2	78.5	29	8.22	0	9.444	0.0271	0.1	0.0041
		3	57.5	29	8.25	0	9.825	0.0122	0.2	0.8406
		4	71	28	8.1	15.981	9.781	0.0106	0.1	0.0212
	III	1	65.5	28	8	15.981	7.776	0.0064	0.1	0.1179
		2	87	29	8.25	0	9.444	0.1017	0.2	0.0149
		3	62.5	27	8.5	0	11.191	0.0115	0.1	0.7502
		4	69.5	29	8.2	15.981	9.622	0.0128	0.1	0.0041
	IV	1	86.5	28	8	11.986	6.762	0.004	0.2	1.3826
		2	80.5	28	8	0	12.854	0.1934	0.2	0.0357
		3	61	28	8.3	0	10.174	0.0137	0.1	0.0045
		4	57	28	8	31.962	9.809	0.0002	0.2	0.0375

4.3.2.1 Kecerahan

Cahaya merupakan faktor terutama dan terpenting dalam pertumbuhan fitoplankton, terutama dalam kelancaran proses fotosintesis. Kesempurnaan proses ini tergantung besar kecilnya intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan. Sedangkan besar kecilnya intensitas cahaya yang masuk ke air dipengaruhi kecerahan maupun kekeruhan perairan itu sendiri (Subarijanti, 1994).

Kecerahan di waduk Lahor berkisar antara 57,5-88 cm (Tabel 8). Selain dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan, tingkat kecerahan juga dipengaruhi oleh perbedaan waktu pengukuran kecerahan, keadaan cuaca dan juga ketelitian dari orang yang melakukan pengukuran.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Ridhayanti (1997), kecerahan di waduk Lahor masih tinggi yaitu sebesar 135–140 cm. Sedangkan menurut hasil penelitian Hartini (2002), kecerahan yang diperoleh lebih rendah yaitu berkisar antara 16,6–73,5 cm dan semakin menurun bila dilihat dari hasil penelitian Apridayanti (2006) yang menunjukkan kecerahan berkisar antara 51-70cm.

Menurut Sellers dan Markland (1987) dalam Arfiati, dkk. (2002), perairan oligotropik mempunyai batas kecerahan >6 m, mesotropik 3–6 m dan eutropik <3 m. Berdasarkan keterangan tersebut dan melihat dari hasil penelitian ini, maka dapat dikatakan bahwa perairan waduk Lahor tergolong perairan eutropik.

Menurut Goldmen dan Horne (1983), berdasarkan kandungan hara (tingkat kesuburan) danau diklasifikasikan dalam 3 jenis, yaitu: danau eutropik, danau oligotrofik dan danau mesotropik. Danau eutropik (kadar hara tinggi) merupakan danau yang memiliki perairan yang dangkal, tumbuhan litoral melimpah, kepadatan plankton lebih tinggi, sering terjadi *blooming* alga dengan tingkat penetrasi cahaya matahari umumnya rendah. Sementara itu, danau oligotropik adalah danau dengan kadar hara rendah, biasanya memiliki perairan yang dalam, dengan bagian hipolimnion lebih besar dibandingkan dengan bagian epilimnion. Semakin dalam danau tersebut semakin tidak subur, tumbuhan litoral jarang dan kepadatan plankton rendah, tetapi jumlah spesiesnya tinggi. Danau mesotropik merupakan danau dengan kadar nutrien sedang, juga merupakan

peralihan antara kedua sifat danau eutrofik dan danau oligotrofik. Klasifikasi ini juga berlaku bagi perairan waduk, karena waduk dan danau memiliki karakteristik yang sama sebagai perairan tergenang.

4.3.2.2 Suhu

Suhu berpengaruh terhadap proses metabolisme sel organisme air. Menurut Effendi (2003), peningkatan suhu akan menyebabkan peningkatan kecepatan proses metabolisme sel dan respirasi organisme air, dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan dekomposisi bahan organik mikroba. Kisaran suhu yang optimum bagi pertumbuhan fitoplankton adalah antara 20 – 30 °C. Suhu di waduk Lahor berdasarkan hasil penelitian berkisar antara 24-29°C (Tabel 8), sehingga berdasarkan keterangan di atas maka dapat dikatakan bahwa suhu di perairan waduk Lahor masih optimum untuk pertumbuhan fitoplankton.

4.3.2.3 Derajat Keasaman (pH)

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. Selain itu toksisitas logam-logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah (Effendi, 2003).

Derajat keasaman (pH) dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida serta ion-ion bersifat asam atau basa. Fitoplankton dan tanaman air akan mengambil karbondioksida selama proses fotosintesis berlangsung, sehingga mengakibatkan pH perairan menjadi meningkat pada siang hari dan menurun pada malam hari.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa pH di perairan waduk Lahor berkisar antara 8-8,5 (Tabel 8), sehingga sesuai dengan keterangan di atas maka pH di perairan ini masih dapat mendukung bagi kehidupan organisme akuatik yang ada di dalamnya.

4.3.2.4 Karbondioksida (CO₂)

Unsur hara karbon (C) merupakan unsur hara utama untuk penyusunan bahan organik melalui proses fotosintesis. Sumber unsur hara karbon dapat berasal dari udara yang masuk ke perairan bersama-sama dengan air hujan (Sudaryanti, 1995).

Kisaran kandungan CO₂ di waduk Lahor berdasarkan hasil penelitian adalah 0-31,962 mg/L (Tabel 8). Pada dasarnya keberadaan karbondioksida dalam air terdapat dalam empat bentuk, yaitu bentuk gas karbondioksida bebas (CO₂), ion bikarbonat (HCO₃⁻), ion karbonat (CO₃²⁻) dan asam karbonat (H₂CO₃) dan proporsi dari masing-masing bentuk tersebut berkaitan dengan nilai pH (Boney, 1989).

Pada pH sebesar 8,3 maka CO₂ dan H₂CO₃ sudah tidak ditemukan lagi, hanya terdapat ion bikarbonat (HCO₃⁻). Menurut Sudaryanti (1995), kadar bikarbonat mempunyai peranan yang sangat penting yaitu sebagai system buffer yang merupakan campuran dari asam lemah dan garamnya, dan system buffer ini berfungsi untuk mencegah fluktuasi pH. Sebagian besar tanaman hanya menggunakan CO₂ untuk fotosintesis yang di dapat dari udara atau penguraian HCO₃⁻ dan CO₃²⁻, tetapi ada juga tanaman yang menggunakan HCO₃⁻ sebagai sumber karbondioksida bebas setelah diubah dengan enzim karbonik anhidrase (Goldman dan Horne, 1983).

4.3.2.5 Nitrat

Nitrogen merupakan elemen yang melimpah pada sel makhluk hidup setelah karbon, hidrogen, dan oksigen, yang mana nitrogen ini penting untuk sebagian besar reaksi biokimiawi (Goldman dan Horne, 1983). Tanaman air dan fitoplankton lebih mudah menggunakan nitrogen dalam bentuk nitrat, maka semua nitrogen baru tersedia jika telah dalam bentuk nitrat. Pembentukan nitrat sangat tergantung pada adanya oksigen dan bakteri *Nitrobacter* yang bertugas merubah nitrit menjadi nitrat secara aerob (Arfiati, 1992).

Kadar nitrat selama penelitian adalah berkisar antara 0,1-0,3 mg/L (Tabel 8). Menurut Leentvaar (1980) dalam subarijanti (1990), perairan dengan

kandungan nitrat sebesar $<0,1$ ppm termasuk perairan yang oligotropik, kandungan nitrat $0-0,15$ ppm termasuk perairan mesotropik dan kandungan nitrat $>0,2$ ppm adalah perairan eutropik. Maka berdasarkan keterangan tersebut perairan waduk Lahor termasuk perairan eutropik.

Menurut hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ridhayanti (1997) kandungan ammonium di waduk Lahor berkisar antara $0,18-0,19$ mg/L dan digolongkan sebagai perairan oligotropik, dan menurut Hartini (2002) kandungan nitrat di waduk Lahor berkisar antara $0,68-1,59$ mg/L sehingga digolongkan sebagai perairan mesotropik. Sedangkan menurut hasil penelitian Apridayanti (2006) kadar nitrat di waduk Lahor berkisar dari $0,1-4$ mg/L, sehingga waduk digolongkan perairan eutropik.

4.3.2.6 Ortofosfat

Menurut Hariyadi, *dkk.*, (1992) ortofosfat adalah fosfat organik, merupakan salah satu bentuk fosfor (P) yang larut dalam air dan dapat dimanfaatkan oleh organisme nabati (fitoplankton dan tanaman air). Menurut Sudaryanti (1995), unsur hara P merupakan unsur hara yang penting bagi metabolisme sel tumbuhan, yaitu sebagai transfer energi dari ADP ke ATP.

Dari hasil penelitian, kadar ortofosfat yang diperoleh berkisar antara $0,0041-1,4729$ mg/L (Tabel 8). Menurut Leentvar (1980) dalam Subarijanti (1990) perairan yang oligotropik mempunyai kandungan ortofosfat $<0,01$ mg/L, mesotropik $0,01-0,05$ mg/L, eutropik $>0,1$ mg/L. Sehingga dari keterangan tersebut maka perairan waduk Lahor digolongkan kedalam perairan eutropik.

Kondisi ini berbeda bila dilihat dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Ridhayanti (1997) dengan kandungan ortofosfat sebesar $0,09-0,12$ mg/L yang menunjukkan waduk Lahor tergolong perairan yang mesotropik. Sedangkan hasil dari penelitian Hartini (2002), kandungan ortofosfat berkisar antara $0,08-0,55$ mg/L yang menunjukkan status waduk Lahor dari mesotropik menuju eutropik. Namun kondisi ini sama jika dilihat dari hasil penelitian Apridayanti (2006) dengan kandungan ortofosfat yang sangat tinggi yaitu berkisar antara $1,1-6,6$ mg/L. Kandungan ortofosfat yang tinggi ini mungkin disebabkan karena perairan

ini banyak mendapatkan masukan unsur hara dari kegiatan disekitarnya seperti pertanian, pariwisata, budidaya karamba dan pemukiman.

4.3.2.7 Total Suspended Solid (TSS)

Padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid* atau TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter $>1\mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan *milipore* dengan diameter pori $0,45\mu\text{m}$. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh erosi tanah yang terbawa ke badan air (Effendi, 2003).

Berdasarkan hasil penelitian, kandungan TSS di perairan waduk Lahor tergolong rendah yaitu berkisar antara 0,0002-0,1934 mg/L (Tabel 8). Menurut Pitwell (1976) dan Hawkes (1976) dalam Samino, dkk (2004), padatan tersuspensi yang tinggi di perairan dapat meningkatkan turbiditas sehingga selanjutnya akan menurunkan penetrasi cahaya matahari di perairan yang dapat menurunkan produktivitas produsen di perairan (mikroalga dan makrofita) dan juga akan mempengaruhi rantai makanan.

4.3.2.8 Oksigen Terlarut/ Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen merupakan parameter yang penting di suatu perairan. Oksigen terlarut penting bagi organisme perairan yang bersifat aerobik, disamping menentukan kecepatan metabolisme dan respirasi dari keseluruhan ekosistem perairan, juga sangat penting bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan biota air.

Keberadaan oksigen di perairan ditentukan oleh kelimpahan fitoplankton. Hal ini erat kaitannya dengan kandungan klorofil pada fitoplankton yang menghasilkan oksigen pada proses fotosintesis (Subarijanti, 1990). Kandungan oksigen terlarut di perairan selama penelitian berkisar antara 6,086-12,854 mg/L (Tabel 8). Kandungan oksigen terlarut di waduk Lahor tergolong tinggi mungkin karena kelimpahan fitoplanktonnya juga tinggi.

Untuk keperluan air minum, air dengan kandungan oksigen terlalu pada taraf jenuh lebih dikehendaki karena air yang demikian menimbulkan rasa segar. Demikian pula, perairan untuk berbagai peruntukkan yang lain, kecuali untuk

keperluan industri karena kadar oksigen yang tinggi dapat meningkatkan korosivitas. Berikut merupakan tabel pengaruh kadar oksigen bagi organisme air terutama ikan (Effendie, 2003).

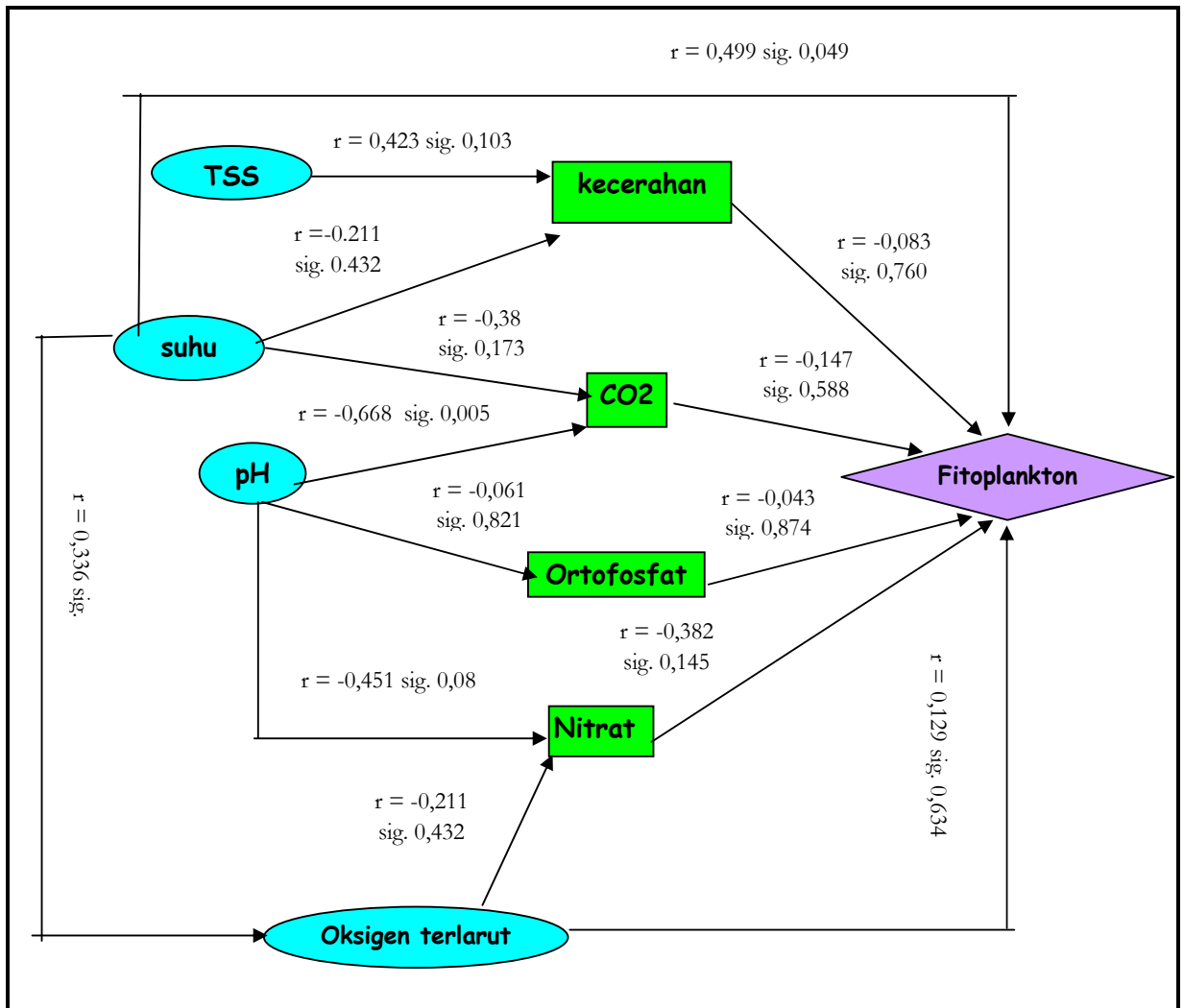
Tabel 9. Kadar oksigen terlarut dan pengaruhnya bagi kehidupan ikan

Kadar oksigen terlarut (mg/L)	Pengaruh terhadap kehidupan ikan
<0,3	Hanya sedikit jenis ikan yang dapat bertahan pada masa pemaparan singkat
0,3-1,0	Pemaparan lama dapat mengakibatkan kematian ikan
1,0-5,0	Ikan dapat bertahan hidup, tetapi pertumbuhannya terganggu
>5,0	hampir semua organisme akuatik menyukai kondisi ini

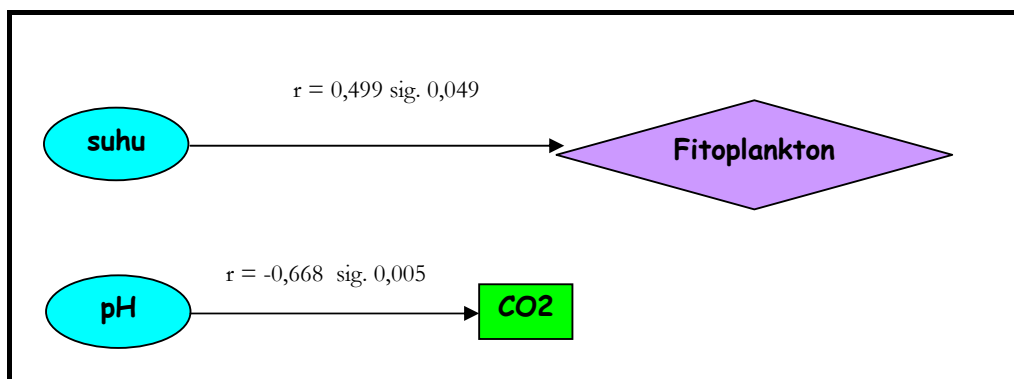
4.3.3 Hubungan Kondisi Fitoplankton dan Kualitas Air

Kehidupan fitoplankton sebagai produsen primer perairan tidak terlepas dari pengaruh kondisi kualitas fisika, kimia perairan itu sendiri. Kondisi fisika dan kimia perairan yang mempengaruhi fitoplankton ini terdiri dari faktor eksogenous dan endogenous. Faktor eksogenous (suhu, TSS, DO, pH) yaitu, faktor dari luar perairan yang dapat mempengaruhi kehidupan organisme perairan. Sedangkan faktor endogenous (kecerahan, CO₂, nitrat, ortofosfat) merupakan faktor dari dalam perairan itu sendiri yang mempengaruhi kehidupan fitoplankton dan organisme air lainnya.

Berdasarkan uraian di atas, maka hubungan dari masing-masing parameter fisika dan kimia perairan dengan fitoplankton adalah seperti terlihat pada Gambar 11. Berdasarkan Gambar 11 tersebut, selanjutnya dilakukan uji korelasi. Dari hasil korelasi diperoleh bahwa hubungan variabel yang signifikan adalah antara suhu dan log fitoplankton serta antara CO₂ dan pH, sedangkan variabel lainnya tidak menunjukkan hubungan yang signifikan (Lampiran 3). Selanjutnya dilakukan analisa regresi pada masing-masing variabel sesuai dengan hubungan antar variabel pada Gambar 11 untuk menguji hasil korelasi. Hasil akhir analisis seperti pada Gambar 12.

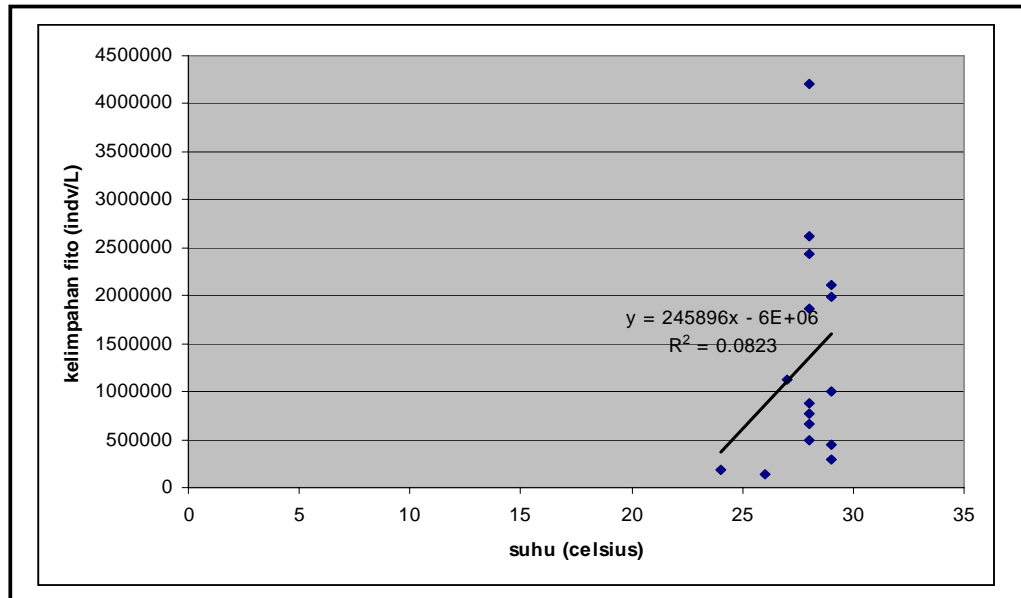


Gambar 11. Bagan model hipotetik kondisi fitoplankton dan kualitas air waduk

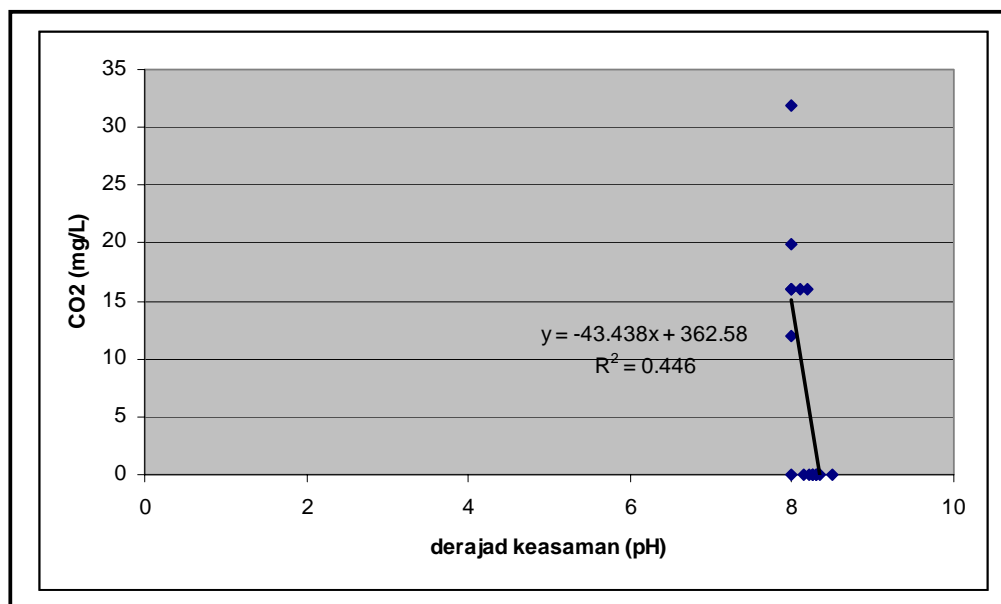


Gambar 12. Bagan model hubungan fitoplankton dan kualitas air setelah analisis

Berdasarkan bagan tersebut dapat diuraikan bahwa suhu merupakan faktor lingkungan yang paling memberikan pengaruh terhadap kehidupan fitoplankton. Sedangkan pH merupakan faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap ketersediaan CO₂ di perairan. Hubungan dari masing-masing variabel ini dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Grafik hubungan suhu dan kelimpahan fitoplankton



Gambar 14. Grafik hubungan kadar CO₂ dan derajat keasaman (pH)

Suhu selain berpengaruh terhadap berat jenis, viskositas dan densitas air, juga berpengaruh terhadap kelarutan gas dan unsur-unsur dalam air. Sedangkan perubahan suhu dalam kolom air akan menimbulkan arus secara vertikal. Secara langsung maupun tidak langsung, suhu berperan dalam ekologi dan distribusi plankton baik fitoplankton maupun zooplankton (Subarijanti, 1994). Pada proses fotosintesa reaksi gelap, reaksi enzimatisnya dipengaruhi oleh suhu air. Sedangkan pada fotosintesa reaksi terang dipengaruhi oleh intensitas radiasi vertikal (Mahmudi, 2005).

Pada suhu yang lebih hangat selalu dijumpai kelimpahan fitoplankton yang tinggi. Intensitas cahaya berpengaruh terhadap laju fotosintesa dan pertumbuhan alga. Respon terhadap intensitas cahaya ini bersifat spesifik terhadap spesies. Intensitas cahaya yang diperlukan untuk menjenuhkan fotosintesa alga umumnya meningkat bersamaan dengan meningkatnya suhu perairan. Pada kondisi jenuh oleh cahaya, reaksi biokimia enzimatis terbatas lajunya, semua ini diregulasi oleh suhu. Jadi pada dasarnya dampak ekologis cahaya dan suhu pada fotosintesa dan pertumbuhan alga tidak dapat dipisahkan satu sama lain karena hubungan erat antara metabolisme dan penjenhuan cahaya (Sulawesty, 2005). Sebagai faktor penting bagi kehidupan organisme air, perubahan suhu yang ekstrim akan mengganggu kehidupan organisme air bahkan dapat menyebabkan kematian.

Derajat keasaman (pH) mempengaruhi terhadap ketersediaan bentuk-bentuk karbon di dalam perairan. Pada pH 4-6 maka karbon yang terbentuk adalah asam karbonat (H_2CO_3), pH 6-9 terbentuk bikarbonat (HCO_3^-) sedangkan pH >9 bentuk karbon yang tersedia adalah karbonat (CO_3^{2-}). Sebagian besar tanaman hanya menggunakan CO_2 untuk fotosintesis yang didapat dari udara atau penguraian HCO_3^- dan CO_3^{2-} , tetapi ada juga tanaman yang menggunakan HCO_3^- sebagai sumber karbondioksida bebas setelah diubah dengan enzim karbonik anhidrase (Goldman dan Horne, 1983).

Adanya hubungan yang erat antara kondisi pH perairan dengan kandungan CO_2 , perlu diteliti lebih jauh lagi. Karena ada kemungkinan berhubungan dengan kondisi zooplankton yang tidak menjadi fokus dalam penelitian. Sedangkan

kondisi zooplankton akan mempengaruhi kondisi fitoplankton secara langsung, karena dalam rantai makanan perairan fitoplankton merupakan produsen primer sedangkan zooplankton umumnya berperan sebagai konsumen pertama.

4.4 Aktivitas Masyarakat dan Pemanfaatan Waduk oleh Masyarakat

Kondisi fitoplankton di perairan dipengaruhi oleh kondisi kualitas perairan, sedangkan kondisi kualitas perairan itu sendiri mungkin juga dipengaruhi oleh berbagai aktivitas yang terjadi di daratan. Dalam penelitian ini, sampel masyarakat yang diambil meliputi pemilik rumah makan, petani ikan, pengunjung waduk, pengelola waduk, tokoh masyarakat, petani, nelayan dan penduduk di sekitar DPS maupun di sekitar waduk. Lokasi sampling masyarakat ini adalah di Daerah Pengaliran Sungai (DPS) dan daerah sekitar waduk yang dianggap paling memberi pengaruh terhadap kondisi perairan waduk.

4.4.1 Aktivitas Masyarakat

Daerah Pengaliran Sungai (DPS) waduk yang diambil sebagai sampel adalah dua desa pada satu kecamatan yaitu Desa Slorok dan Desa Ngajum, Kecamatan Kromengan. Sedangkan daerah sekitar waduk adalah Desa Karangates (Lampiran 5). Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, diketahui bahwa aktivitas yang berhubungan dengan pemanfaatan sumberdaya air yang terlihat nyata di DPS adalah aktivitas pertanian (Gambar 15), dan sedikit sekali ditemukan rumah-rumah penduduk. Sedangkan pada daerah sekitar waduk aktivitas yang nampak antara lain kegiatan pariwisata, pertanian, dan perikanan darat.

Masyarakat sekitar waduk, banyak memanfaatkan perairan waduk sebagai media budidaya perikanan air tawar. Kegiatan budidaya yang ada di sini merupakan kegiatan pembesaran ikan dengan menggunakan karamba jaring apung maupun jaring sekat. Ikan yang dibudidayakan adalah jenis ikan nila. Untuk menampung ikan hasil budidaya maupun hasil tangkapan nelayan, maka pihak pengelola menyediakan Pusat Pendaratan Ikan (PPI) yang terletak di tepi waduk. Selain itu, kegiatan lain yang ada di sekitar waduk adalah kegiatan pariwisata,

dimana untuk menunjang kelancaran kegiatan ini pihak pengelola menyediakan beberapa sarana dan prasarana seperti perahu wisata, akses jalan yang mudah, arena bermain, rumah makan dan halaman parkir.

4.4.2 Pemanfaatan Waduk Oleh Masyarakat

Keberadaan waduk tentu memberi manfaat tersendiri bagi masyarakat terutama masyarakat yang daerahnya terendam karena pembangunan waduk. Berbagai aktivitas yang dilakukan masyarakat di sekitar waduk dalam pemanfaatan waduk antara lain kegiatan pertanian, pariwisata, dan perikanan darat.

Pada Daerah Pengaliran Sungai (DPS) di hulu, air sungai digunakan oleh sebagian masyarakat untuk mengairi lahan pertanian, dan sebagian penduduk yang lain menggunakan air irigasi untuk mengairi lahan pertanian mereka. Pada daerah permukiman penduduk di sekitar waduk maupun di DPS tidak menggunakan air sungai maupun waduk untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari sumberdaya air mereka, karena mereka sudah menggunakan air dari PAM (Perusahaan Air Minum) maupun air sumur.



Gambar 15. Foto lahan pertanian di Desa Slorok

Waduk Lahor didirikan dengan berbagai tujuan di antaranya untuk pariwisata dan perikanan darat. Dengan dijadikannya waduk sebagai daerah

wisata tentu saja berdampak pada kondisi waduk baik itu pada kondisi fisik maupun kualitas air waduk. Untuk menunjang aktivitas pariwisata di waduk, pihak pengelola telah menyediakan berbagai sarana dan prasarana seperti akses jalan yang mudah menuju waduk, sarana rekreasi (misal perahu), rumah makan dan sebagainya, seperti tampak pada Gambar 16 dan 17.

Dengan adanya kegiatan wisata ini, jelas berdampak pada kondisi waduk. Pada waktu-waktu tertentu seperti hari libur nasional, aktivitas pariwisata di waduk meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah pengunjung yang hadir, dan kemungkinan limbah yang dihasilkan dari kegiatan ini bertambah pula. Untuk menjaga kebersihan waduk, pengelola telah menyediakan beberapa fasilitas pembuangan sampah di area rekreasi. Namun disayangkan untuk limbah yang dihasilkan dari rumah makan dan tempat wisata ini tidak dikelola dengan tepat, karena sampah yang dihasilkan hanya dikelola dengan cara menimbun atau membakar sampah (Gambar 18) di sekitar rumah makan. Hal ini tentu saja semakin lama akan berdampak pada menurunnya produktivitas tanah bahkan mungkin tidak hanya itu, bisa saja untuk jangka waktu yang lama dengan semakin banyaknya rumah makan dan pengunjung yang datang ke waduk maka akan semakin banyak pula sampah yang ditimbun. Sampah yang ditimbun tersebut nantinya akan membusuk kemudian saat terjadi hujan hasil pembusukan sampah tersebut akan terbawa air limpasan menuju waduk yang kemudian menjadi penambah unsur hara perairan namun jika dalam kondisi yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya penambahan unsur hara secara berlebihan atau bahkan mungkin meresap kedalam tanah dan mencemari air tanah. Selain itu, untuk masyarakat yang ingin mendirikan rumah makan di sekitar waduk harus mendapatkan ijin dari Perum Jasa Tirta selaku pengelola, untuk mencegah semakin banyaknya rumah makan yang bermunculan. Jumlah rumah makan yang ada sekarang sudah mencapai 30 rumah makan. Bangunan rumah makan yang ada berupa bangunan permanen dan semipermanen. Pemilik rumah makan tersebut adalah penduduk yang berasal dari daerah-daerah sekitar waduk. Sumberdaya air yang digunakan oleh rumah makan ini adalah air yang berasal dari daerah sekitar waduk, jadi mereka tidak memanfaatkan air waduk sebagai sumberdaya airnya.

Sarana rekreasi air yang tersedia adalah perahu. Jumlah perahu yang beroperasi sehari-hari di waduk ini hanya satu buah, yang merupakan milik Perum Jasa Tirta. Akan tetapi untuk hari-hari tertentu ketika pengunjung waduk ramai dengan jumlah pengunjung yang bisa mencapai 169 orang, maka perahu yang beroperasi bisa mencapai 3 buah, yakni 1 buah perahu milik pengelola dan 2 buah perahu milik masyarakat. Perahu ini disediakan untuk para pengunjung mengelilingi waduk, dengan kapasitas sebanyak 15 orang/perahu, dengan membayar Rp. 3000,-/orang untuk sekali keliling waduk.



Gambar 16. Foto rumah makan di pinggir waduk



Gambar 17. Foto perahu wisata



Gambar 18. Foto pembakaran sampah

Selain untuk kegiatan wisata, waduk ini juga dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya karamba, budidaya jaring sekat dan penangkapan ikan baik dengan menggunakan pancing, maupun jala (brajang), seperti terlihat pada Gambar 8. Kegiatan penangkapan ikan ini dilakukan hampir di semua bagian waduk. Pada dasarnya kegiatan budidaya karamba ini tidak sesuai dengan kebijakan Perum Jasa Tirta sebagai pihak pengelola, akan tetapi karena kebutuhan ekonomi masyarakat, akhirnya kegiatan yang seharusnya tidak berijin ini menjadi matapencaharian utama bagi beberapa orang petani ikan dari desa sekitar.

Kegiatan budidaya karamba ini merupakan kegiatan pembesaran ikan. Jenis ikan yang dibudidayakan adalah nila. Namun meskipun demikian, sebenarnya ada beberapa jenis ikan lain yang hidup di waduk ini seperti betutu, tombro, wader bahkan udang. Selain budidaya dengan karamba jaring apung, di waduk ini juga ada kegiatan budidaya dengan menggunakan jaring sekat. Pada dasarnya kegiatan budidaya baik dengan karamba jaring apung maupun dengan menggunakan jaring sekat sama, hanya saja pada budidaya dengan menggunakan jaring sekat dilakukan dengan cara memasang jaring pada daerah tepi waduk tanpa menggunakan drum atau bahan lain sebagai pelampung yang biasa digunakan pada budidaya karamba agar jaring tetap mengapung (Gambar 19).

Petani lebih memilih untuk membudidayakan ikan nila disebabkan oleh harga jualnya yang relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan harga jual ikan jenis betutu maupun tombro. Pakan yang digunakan berupa pakan alami yang berasal dari jerami dan pellet. Jumlah karamba yang ada di waduk ini sebanyak 16 unit karamba.

Ukuran benih yang ditebar pada sistem budidaya karamba adalah benih yang berukuran 35-57 mm dengan padat tebar 25.000 ekor/ karamba. Pemberian pakan untuk benih berumur 1 bulan diberikan pakan 3 kg/hari, benih berumur 2-3 bulan diberi pakan sebanyak 5 kg/hari sedangkan untuk benih berumur 4-5 bulan (masa panen) diberi pakan sebanyak 7-8 kg/hari.

Kegiatan budidaya ikan intensif ini memang cukup menguntungkan serta dapat menolong perekonomian masyarakat sekitar perairan yang tanah pertaniannya terendam pembangunan waduk. Namun kegiatan budidaya perikanan di waduk sebenarnya bukan merupakan tujuan utama dari pembangunan sebuah waduk, melainkan hanya kegiatan sampingan. Dengan demikian perlu adanya pembatasan terhadap jumlah karamba maupun jaring sekat yang ada agar sesuai dengan daya dukung perairan.

Konteks di atas memberi indikasi bahwa badan waduk berisi variasi-variasi jenis ikan yang memiliki kesukaan pakan berbeda-beda namun bersifat saling menguntungkan. Komposisinya merupakan gabungan dari jenis ikan karnivora, omnivora, herbivora, *plankton feeder*, dan *detritus feeder*. Dengan demikian, badan waduk layaknya sebuah kolam besar bermotifkan polikultur. Sisa-sisa pakan dari berbagai jenis ikan yang dipelihara tersebut jika tidak dimanfaatkan maka semakin lama akan semakin menumpuk di dasar perairan, yang kemudian akan mengalami dekomposisi, hingga pada akhirnya akan menyebabkan terjadinya proses eutrofikasi yang ditandai dengan adanya *blooming* fitoplankton tertentu yang pada umumnya adalah jenis fitoplankton yang merugikan, seperti fitoplankton dari jenis Cyanophyta (*blue-green algae*).

Blooming fitoplankton di perairan ditandai dengan perubahan warna air yang menjadi kehijauan, berbau tidak sedap dan peningkatan kekeruhan. Kondisi ini tentu saja akan memberi dampak yang sangat besar terhadap berbagai aktivitas

di waduk, termasuk juga untuk aktivitas ekonomi (budidaya karamba). Dengan terjadinya *blooming* tersebut, maka kondisi kualitas perairan akan menurun. Kandungan oksigen terlarut akan menurun, sehingga menyebabkan organisme air seperti ikan dan spesies lainnya tidak mampu tumbuh dengan baik dan akhirnya mati. Selain itu diketahui pula bahwa Cyanophyta mengandung toksin sehingga membawa resiko kesehatan bagi manusia dan hewan.

Jika hal ini terjadi, bukan saja satu sektor yang mengalami kerugian tetapi sektor-sektor lain yang juga memanfaatkan waduk akan mengalami kerugian yang sama. Oleh karena itu diperlukan solusi yang tepat untuk membantu agar daya dukung perairan tetap terjaga. Salah satunya dengan memanfaatkan sisa pakan dari karamba.

Siklus pemanfaatan pakan dalam pola TLBA (Trophic Level Based Aquaculture), yaitu sistem budidaya dengan menempatkan komoditas utama dan benilai ekonomis tinggi pada KJA (Karamba Jaring Apung) dan hamparan di luarnya berisi komoditas biaya murah (ikan tambakan, nilem, tawes, sepat maupun kijing). Praktek akan berujung pada terciptanya ekosistem perairan waduk yang terbebas dari berbagai limbah sisa pakan dan kotoran, sekaligus meningkatkan kelestarian lingkungannya. Bahkan, keuntungan lain dalam jangka panjang, kijing bisa diandalkan untuk menghasilkan mutiara air tawar (*fresh water pearl*), sebagaimana telah dibuktikan di Cina dan Jepang (Husen, 2006).

Untuk menjembatani hubungan petani ikan dengan pihak pengelola maka didirikan sebuah wadah untuk menampung aspirasi petani ikan. Wadah ini bernama Paguyuban Masyarakat Ikan (PAMIK) yang anggotanya terdiri dari pemilik karamba, jaring sekat dan jaring tangkap (brajang) . Selain sebagai wadah aspirasi, paguyuban ini juga membuka peluang lapangan pekerjaan bagi masyarakat, terutama para pemuda yang tidak memiliki keterampilan untuk diberi pengetahuan tentang budidaya karamaba. Anggota dari PAMIK mencapai 170 orang petani ikan.

Untuk satu kali panen, para petani bisa menghasilkan rata-rata 3,5 ton ikan, dan dijual dengan harga Rp. 30.000/kg. Panen biasanya dilakukan setiap 4 bulan sekali, namun hal ini juga disesuaikan dengan kondisi elevasi air waduk.

Untuk membantu pemasaran hasil panen ini, maka didirikan Pusat Pendaratan Ikan (PPI) yang tidak hanya menjual hasil budidaya karamba tapi juga menjual ikan-ikan hasil tangkapan nelayan (Gambar 20) baik yang berasal dari waduk maupun yang berasal dari daerah Blitar dan Tulungagung, dengan jumlah penjual sebanyak 25 orang. Sampai dengan saat penelitian dilakukan tidak ditemukan adanya kasus kematian ikan massal yang menjadi indikator dari buruknya kondisi kualitas perairan waduk. Ini berarti bahwa kondisi perairan masih dalam kondisi yang baik. Namun demikian, dilihat dari hasil-hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan kondisi kualitas fisika, kimia dan biologi perairan maka ada kecenderungan menuju kearah penurunan kondisi kualitas perairan.



Gambar 19. Foto kegiatan budidaya karamba dan jaring sekat di waduk



Gambar 20. Foto aktivitas di Pusat Pendaratan Ikan (PPI)

4.4.3 Hubungan Antara Kondisi Fitoplankton, Kualitas Air dan Aktivitas Masyarakat

Permasalahan lingkungan yang sering kali dialami oleh waduk di Indonesia dan menjadi perhatian utama adalah menurunnya kualitas perairan oleh masuknya bahan pencemar yang berasal dari berbagai kegiatan manusia seperti, sampah permukiman maupun pariwisata, sisa pemupukan dan pestisida dari kegiatan pertanian, sisa pakan dari kegiatan budidaya perikanan maupun proses sedimentasi akibat konversi lahan di hulu.

Di waduk Lahor sendiri berbagai aktivitas pemanfaatan waduk yang dilakukan oleh masyarakat antara lain adalah kegiatan budidaya karamba, pertanian dan pariwisata. Dampak yang dihasilkan dari kegiatan budidaya terhadap kualitas air waduk umumnya berasal dari sisa pakan yang tidak habis dikonsumsi oleh ikan yang kemudian akan mengendap di dasar perairan dan menjadi penambah unsur hara perairan. Kegiatan pariwisata memberi dampak terhadap kualitas perairan kemungkinan bisa berasal dari cecceran bahan bakar yang digunakan perahu untuk mengelilingi waduk maupun berasal dari sampah yang dihasilkan oleh pengunjung dan rumah makan yang ada. Sedangkan kegiatan pertanian memberi dampak pada penurunan kualitas air adalah berasal dari penggunaan pupuk dan pestisida yang terbawa air limpasan maupun aliran sungai kemudian masuk kedalam perairan waduk.

Dampak yang ditimbulkan dari berbagai aktivitas tersebut dapat diketahui dengan mengukur parameter fisika, kimia maupun biologi perairan tersebut. Salah satu faktor biologi yang dapat diamati adalah struktur komunitas fitoplankton dalam hal ini komposisi dan kelimpahannya.

Jenis fitoplankton yang hidup disuatu perairan akan berbeda tergantung dari kondisi perairan tersebut. Sellers dan Markland (1987) menyebutkan bahwa di danau yang subur (*eutrofik*) diatom tinggi sepanjang tahun terutama jenis *Asterionella* spp., *Fragilaria crotonensis*, *Synedra*, *Stepanodiscus* dan *Melosira granulata*; juga jenis dari alga hijau biru (Cyanophyta) terutama *Anacystis*, *Aphanizomenon* dan *Anabaena*. Kelimpahan fitoplankton dari waktu ke waktu dapat berubah sesuai dengan perubahan kondisi lingkungan perairan tersebut, satu

spesies dapat lebih dominan dari spesies lainnya pada interval waktu yang relatif pendek sepanjang tahun.

Kondisi lingkungan sendiri dari waktu ke waktu juga mengalami perubahan karena adanya tekanan penduduk terhadap kebutuhan lahan baik untuk kegiatan pertanian, perumahan, industri, rekreasi maupun kegiatan lainnya. Untuk itu upaya pengendalian dan pengelolaan sumberdaya alam harus terus dilakukan guna terpenuhinya kebutuhan masyarakat. Di waduk Lahor sendiri, terdapat berbagai aktivitas masyarakat yang akan sangat berpengaruh terhadap kondisi waduk, seperti pertanian, pariwisata, permukiman, dan perikanan.

Dari hasil pengukuran di lapangan, diketahui bahwa kondisi fitoplankton sebagai produsen penting perairan secara umum masih dalam kondisi yang baik namun ada kecenderungan untuk terjadinya eutrofikasi karena dari data seperti pada Tabel 5 (Halaman 33) diperoleh bahwa kelimpahan fitoplankton sudah mencapai 4.210.542 indv/L, sedangkan perairan dikatakan mengalami eutrofikasi salah satunya ditandai dengan terjadinya *blooming* fitoplankton yang kelimpahannya mencapai 5×10^6 indv/L (Goldman dan Horne, 1983). Demikian juga jika dilihat dari kondisi kualitas fisika dan kimia perairan secara umum menunjukkan bahwa perairan waduk Lahor masuk dalam kategori perairan yang subur (*eutrofik*) (Tabel 8 Halaman 34).

Kondisi perairan yang subur ini, tidak terlepas dari pengaruh berbagai aktivitas yang ada di daratan. Seluruh aktivitas tersebut akan memberikan beban masukan baik yang berupa bahan organik maupun bahan anorganik yang dapat meningkatkan unsur hara perairan sehingga dapat menunjang kehidupan biota air, seperti fitoplankton. Jika kondisi fitoplankton menunjukkan kondisi yang baik, bisa dikatakan bahwa berbagai aktivitas yang ada di daratan mungkin hanya memberikan sedikit pengaruh terhadap kehidupan fitoplankton atau dapat dikatakan bahwa aktivitas tersebut belum memberikan gangguan yang berarti terhadap keseimbangan perairan waduk.

Dari berbagai aktivitas di daratan yang dapat mempengaruhi keseimbangan perairan waduk adalah peran dari kebijakan pemerintah selaku pengelola sumberdaya alam. Perusahaan Umum Jasa Tirta selaku pengelola

waduk Lahor didirikan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 5 tahun 1990 tentang Perum Jasa Tirta, pada tanggal 12 Februari 1990. Berdasarkan PP. No. 93 Tahun 1999 nama Perum Jasa Tirta dirubah menjadi Perum Jasa Tirta I. Hakekat dari pendirian Perum Jasa Tirta ini adalah mengelola sumberdaya air (SDA) secara profesional agar SDA dapat berfungsi secara optimal sesuai rencana dengan bertumpu pada partisipasi swasta dan masyarakat sehingga secara bertahap mengurangi beban pemerintah (APBN/APBD) (Jasa tirta, 2007).

Berbagai upaya yang telah dilakukan oleh Perum Jasa Tirta selaku pengelola waduk antara lain, melakukan monitoring kualitas fisika, kimia dan biologi air waduk dan sungai secara rutin, pemantauan terhadap air buangan/ limbah industri dan domestik. Melakukan pengawasan terhadap berbagai kegiatan di waduk, seperti kegiatan perikanan dengan cara menginventaris jumlah alat tangkap, karamba dan jaring sekat. Selain itu Perum Jasa Tirta juga rutin melakukan penghijauan pada sempadan waduk untuk mencegah terjadinya sedimentasi. Melihat dari kondisi kualitas fisika, kimia maupun biologi air dari hasil penelitian ini dan penelitian sebelumnya, menunjukkan adanya kecenderungan kearah penurunan kualitas air karenanya upaya pengelolaan yang telah dilakukan ini dirasa kurang efektif sehingga dibutuhkan rekomendasi upaya pengelolaan yang berbeda.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi fitoplankton yang memiliki kecenderungan menuju eutrofikasi, sehingga perlu dilakukan berbagai upaya pengelolaan untuk mencegah terjadinya proses tersebut. Upaya pengelolaan yang dilakukan tidak bisa hanya melibatkan satu sektor saja, tetapi harus dilakukan secara menyeluruh dan terpadu dari berbagai aspek, yaitu a.) aspek ekologis, b.) aspek ekonomi maupun c.) aspek sosial.

a. Pengelolaan Waduk Secara Ekologis

Pengelolaan waduk secara ekologis pada dasarnya adalah dengan cara mengelola komponen yang ada dalam ekosistem perairan waduk. Berdasarkan hasil penelitian, permasalahan yang dihadapi oleh waduk Lahor adalah adanya kecenderungan untuk terjadinya proses eutrofikasi, yang ditunjukkan dengan

tingginya kelimpahan fitoplankton (4.210.542 individu/L) dengan dominasi jenis *Nitzschia* sp. yang kelimpahannya mencapai 1.910.987 individu/L Seperti tertera pada Tabel 5 (Halaman 33). Jenis *Nitzschia* sp. ini ditemukan pada semua stasiun pengamatan (semua zona).

Untuk itu upaya pengelolaan secara ekologis yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan fitoplankton itu sendiri. Selama ini upaya pengelolaan yang dilakukan masih sebatas pada upaya pendugaan kualitas fisika, kimia air dan masih sedikit melibatkan metode biologi.

Menurut John (1995) dalam Samino, dkk (2004), keuntungan penggunaan sifat fisika dan kimia suatu perairan untuk memantau kualitas air adalah karena memiliki nilai yang sederhana dan dapat ditentukan pada waktu tertentu, sedangkan kelemahannya adalah bahwa hasil pengukuran tersebut hanyalah menggambarkan keadaan sesaat dan tidak dapat memberikan gambaran tentang kondisi ekosistem secara keseluruhan. Bahan kimia di dalam air mempunyai fluktuasi yang besar dalam waktu yang relatif pendek sehingga pengukuran sifat kimia air meskipun dilakukan sesering mungkin tetap belum dapat mencerminkan kadar yang ada, selain itu dalam analisa kimia belum termasuk di dalamnya penghitungan kecepatan transformasi bahan kimia tersebut oleh organisme.

Kelemahan-kelemahan tersebut dapat dieliminir dengan menggunakan metode pengukuran parameter biologi, sehingga untuk memperkirakan tingkat pencemaran akibat beban masukan bahan toksik di perairan dapat digunakan metode biologi. Perubahan yang terjadi dalam perairan sebagai akibat adanya bahan pencemar akan menyebabkan perubahan pada komposisi, kelimpahan dan distribusi dari komunitas yang ada, dalam hal ini fitoplankton.

Dari jenis fitoplankton yang ditemukan dapat digunakan sebagai bioindikator perairan, diantaranya *Ceratium* sp. digunakan sebagai bioindikator untuk perairan tercemar bahan organik, *Synedra* sp. dan *Microcystis* spp. merupakan bioindikator untuk daerah perairan dengan kadar nitrat yang tinggi. Sedangkan jenis *Ankistrodesmus* sp. merupakan bioindikator untuk perairan yang tercemar fosfat organik (Samino, 2004).

Sedangkan dari hasil penelitian di waduk Lahor tidak ditemukan adanya dominasi dari salah satu jenis fitoplankton di atas, sehingga bisa dikatakan kondisi perairan waduk Lahor masih baik. Namun demikian karena kelimpahan jenis *Nitzschia* sp sangat tinggi, maka perlu adanya upaya untuk mengendalikannya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengintroduksi ikan jenis herbivora yang menyukai fitoplankton jenis *Nitzschia* sp. ini.

Selain itu dilihat dari hasil penghitungan indeks diversitas yang ada seperti yang tampak pada Gambar 10 (Halaman 31), menunjukkan ketidakstabilan di beberapa stasiun pengambilan sampel. Hal ini perlu diwaspadai karena indeks diversitas juga dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat pencemaran perairan.

Upaya lain yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pengawasan terhadap berbagai bahan buangan yang masuk ke perairan waduk, baik yang berasal dari aktivitas di sekitar waduk maupun aktivitas di DPS. Dari hasil observasi di lapangan, aktivitas pemanfaatan lahan di DPS sebagai lahan pertanian sangat tinggi, untuk itu perlu adanya pengontrolan terhadap penggunaan pupuk dan pestisida.

b. Pengelolaan Waduk Secara Ekonomi

Pengelolaan waduk secara ekonomi didasarkan pada pemanfaatan waduk oleh masyarakat. Salah satu pemanfaatan tersebut adalah untuk kegiatan perikanan darat. Berbagai upaya pengelolaan yang telah dilakukan oleh pengelola nampaknya masih belum efektif terlihat dari masih adanya beberapa aktivitas masyarakat yang dilakukan pada zona yang tidak sesuai, selain itu masih ada masyarakat yang menggunakan alat tangkap yang sebenarnya tidak diperkenankan. Jika dilihat dari kondisi kualitas fisika, kimia dan biologi (fitoplankton) air, secara umum masih sesuai hanya saja nampak adanya kecenderungan menuju kearah penurunan kualitas air. Kondisi fitoplankton sendiri menunjukkan ketidakstabilan dilihat dari nilai kisaran indeks diversitas, terutama pada stasiun IV yang terletak di zona pengusahaan menunjukkan kisaran indeks diversitas terendah meskipun memiliki tingkat kelimpahan jenis yang tinggi. Hal ini kemungkinan mengindikasikan bahwa aktivitas pemanfaatan di

stasiun/ zona ini sudah hampir atau mungkin sudah mencapai jenuh. Untuk itu perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Pengelolaan wilayah perairan dalam masing-masing zonasi waduk yang telah ditetapkan (zona bahaya, suaka, pengusaha dan zone bebas).
2. Penyesuaian jumlah, jenis dan tipe alat tangkap yang digunakan dengan potensi sumberdaya ikan yang ada.
3. Teknik penangkapan yang diterapkan harus didasarkan pada teknologi tepat guna, yaitu teknologi yang sederhana, mudah diterapkan, rancang bangunnya tidak memerlukan pengetahuan yang tinggi, produktivitasnya tinggi tetapi tidak merusak sumberdaya perikanan.
4. Pengaturan jumlah nelayan dan atau unit alat tangkapnya serta pengaturan jumlah petani ikan dan atau unit budidaya nya.
5. Menetapkan daerah dan musim atau bulan larangan penangkapan ikan, yang bertujuan untuk memberi kesempatan ikan berkembang biak dan bertumbuh.
6. Pengaturan ukuran terkecil yang boleh ditangkap, yaitu dengan penetapan ukuran terkecil mata jaring insang dan ukuran mata pancing rawai yang boleh dipakai oleh nelayan.
7. Perlu adanya pengawasan yang ketat terhadap kegiatan budidaya di waduk agar tetap sesuai dengan daya dukung perairan.

c. Pengelolaan Waduk Secara Sosial

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di lapangan pengelolaan waduk secara sosial yang harus dilakukan adalah pada upaya pengendalian sampah yang ada.

Sampah yang ada di sekitar waduk baik yang berasal dari permukiman maupun kegiatan pariwisata perlu dicari upaya penanggulangannya, antara lain dengan menyediakan tempat pembuangan sampah di tempat yang representatif, karena dari hasil observasi di lapangan ditemukan bahwa tempat sampah hanya tersedia di beberapa tempat saja, terkonsentrasi pada tempat-tempat yang dekat dengan arena bermain, sementara pengunjung lebih terkonsentrasi pada daerah di

tepi waduk. Karena kondisi tersebut maka di tepian waduk masih banyak dijumpai tumpukan sampah, yang bisa saja sampah tersebut masuk kedalam perairan waduk baik karena sengaja dibuang maupun karena terbawa angin. Masuknya sampah tersebut kedalam perairan, kemungkinan akan menjadi tambahan unsur hara bagi perairan yang kemudian akan mempengaruhi kondisi kualitas fisika dan kimia perairan, dimana perubahan terhadap kondisi kualitas fisika dan kimia perairan ini akan mempengaruhi pula terhadap komposisi dan kelimpahan fitoplankton itu sendiri.

Selain itu perlu dilakukan upaya pengelolaan sampah secara bersama-sama antara pihak pengelola, pemilik rumah makan, dan Dinas Kebersihan setempat, karena dari hasil observasi juga diperoleh bahwa sampah dari kegiatan rumah makan ditanggulangi secara kurang tepat, yaitu dengan cara membakar atau menimbun sampah di sekitar rumah makan yang letaknya di tepi waduk. Tentu saja ini akan menyebabkan menurunnya produktivitas tanah. Perlu pula adanya penyuluhan baik kepada penduduk yang tinggal di sekitar waduk maupun di DPS untuk tidak membuang sampah ke dalam waduk ataupun sungai. Kemungkinan untuk jangka waktu yang lama dengan semakin banyaknya rumah makan dan pengunjung yang datang ke waduk maka akan semakin banyak pula sampah yang ditimbun. Sampah yang ditimbun tersebut nantinya akan membusuk kemudian saat terjadi hujan hasil pembusukan sampah tersebut akan terbawa air limpasan menuju waduk yang kemudian menjadi penambah unsur hara perairan yang kemudian akan mempengaruhi perubahan kondisi kualitas fisika dan kimia air waduk sehingga akan berpengaruh pula pada kondisi fitoplankton yang ada.

4.5 Upaya Pengelolaan oleh Pengelola (Perum Jasa Tirta)

Dengan adanya berbagai aktivitas pemanfaatan waduk oleh masyarakat, maka untuk menjaga agar kondisi waduk tetap baik dan dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya, pihak pengelola (Perum Jasa Tirta) melakukan upaya pengelolaan antara lain dengan cara melakukan monitoring yang meliputi monitoring kondisi fisika, kimia air waduk termasuk juga monitoring terhadap limbah domestik dan industri dan monitoring kondisi fisik waduk secara

keseluruhan. Kegiatan monitoring kualitas air waduk ini dilakukan setiap bulan, sedangkan kegiatan monitoring elevasi air dilakukan setiap hari. Kemudian hasil monitoring ini akan dijadikan sebagai bahan evaluasi untuk menentukan kebijakan pengelolaan waduk selanjutnya. Selain itu berbagai upaya lain yang telah dilakukan pihak pengelola untuk menjaga kondisi waduk yaitu melakukan penghijauan di sempadan waduk untuk mencegah terjadinya sedimentasi. Kegiatan penghijauan yang dilakukan oleh pihak pengelola ini hampir setiap tahun diadakan mulai dari musim penghujan sampai empat bulan ke depan. Kegiatan penghijauan ini dilakukan oleh pihak pengelola dalam hal ini Perum Jasa Tirta dengan bekerjasama dengan Dinas Kehutanan Kabupaten Malang maupun Dinas Kehutanan Kabupaten Blitar.

Vegetasi alami yang ada di sekitar waduk Lahor ini adalah pohon kelapa, pisang, jati, bambu, jagung dan padi. Sedangkan tanaman yang ditanam oleh pihak pengelola dalam kegiatan penghijauan adalah tanaman keras, seperti Mahoni (*Swietenia macrophylla*) yang berfungsi sebagai tanaman produksi, Sono Kembang (*Pterocarpus indicus*) yang berfungsi sebagai tanaman pelindung dan rumput-rumputan. Menurut Sarief (1986), tanaman produksi adalah tanaman keras yang khusus diambil manfaatnya baik berupa kayu atau hasil sampingan lainnya, misalnya getah, akar, minyak dan sebagainya. Sedangkan tanaman pelindung adalah tanaman pencegah erosi yang diusahakan untuk tujuan perlindungan alam dan pengaturan tata air serta pengawetan tanah.

Pelaksanaan penghijauan dengan melibatkan peran masyarakat hanya dalam hal menentukan suatu lokasi penghijauan, penentuan jenis-jenis tanaman yang cocok dengan keadaan lokasi. Penghijauan umumnya ini dilakukan di daerah *green belt* (daerah sabuk hijau). Daerah ini berjarak 2,5 m dari tinggi permukaan air normal (HWL).

Selain itu pengelola juga melakukan pembatasan terhadap pembangunan rumah-rumah makan di pinggir waduk dengan cara menetapkan perijinan bagi pendirian rumah-rumah makan tersebut. Pengelola juga melakukan pengawasan terhadap berbagai kegiatan yang ada di waduk, salah satunya adalah pengawasan terhadap kegiatan budidaya karamba dan penangkapan ikan di waduk. Perum Jasa

Tirta juga melakukan zonasi/ penataan ruang pada waduk berdasarkan kondisi fisik dan ekologis waduk agar waduk dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Daerah waduk dibagi menjadi zone-zone sebagai berikut:

1. Zone Bahaya

Daerah ini merupakan daerah tertutup untuk umum demi keselamatan waduk dan pengunjung. Zone bahaya ini meliputi daerah bendungan (pintu air).

2. Zone Suaka

Daerah ini juga merupakan daerah tertutup untuk umum terutama untuk melindungi populasi ikan agar keseimbangan populasi dapat dipertahankan.

3. Zone Pengusahaan

Daerah ini dimaksudkan untuk pengusahaan perikanan atau kegiatan kultur secara terarah dengan segala pengawasannya.

4. Zone Bebas

Daerah ini dapat disamakan dengan zone pengusahaan. Perbedaannya adalah bahwa pengusahaan ikan di daerah ini tidak memerlukan pengaturan yang ketat. Daerah ini biasanya ada pada waduk dengan perairan yang luas (Biotrop dan Proyek Brantas Indonesia, 1980).

Adapun waduk Lahor terdiri atas tiga zone, yaitu zone bahaya, suaka dan pengusahaan (Lampiran 1). Pada zone pengusahaan penangkapan ikan hanya dapat dilakukan dengan peralatan tertentu menurut ketentuan, sejauh alat tersebut tidak akan mengganggu keseimbangan komunitas ikan dan lingkungan. Berdasarkan ketentuan dari pihak pengelola dalam hal ini Perum Jasa Tirta, alat tangkap yang diperkenankan adalah pancing bermata satu dan jala lempar.

Nampaknya regulasi yang ada masih belum begitu efektif, hal ini terlihat dari masih adanya pelanggaran yang dilakukan oleh sebagian masyarakat. Seperti, masih dijumpainya sebagian masyarakat yang melakukan penangkapan pada zona yang tidak seharusnya, masih ada sebagian masyarakat yang menggunakan alat tangkap yang tidak dianjurkan. Ini menunjukkan bahwa masih lemahnya penegakan hukum yang seharusnya dilakukan oleh pihak pengelola.

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengukuran langsung di lapangan, kondisi fitoplankton dan kualitas fisika serta kimia air waduk Lahor diketahui bahwa kondisi perairan secara umum masih dalam kondisi yang cenderung baik. Namun dilihat dari penelitian sebelumnya nampak adanya tren menuju arah penurunan kondisi kualitas perairan.
2. Aktivitas masyarakat yang berhubungan langsung dengan pemanfaatan waduk antara lain kegiatan pariwisata, perikanan darat (budidaya dan penangkapan ikan) dan pertanian. Lokasi dimana terdapat jenis pemanfaatan yang berbeda akan cenderung memberikan kondisi fitoplankton yang berbeda.
3. Berdasarkan kondisi fitoplankton yang ada tidak atau belum menampakkan indikasi dari pengaruh langsung kegiatan manusia baik di sekitar waduk maupun di Daerah Pengaliran Sungai (DPS) terhadap kondisi perairan.
4. Upaya pengelolaan yang telah dilakukan selama ini antara lain:
 - Penetapan tata ruang waduk sesuai dengan kondisi waduk, yang terdiri dari zone bahaya, zone suaka dan zone pengusaha.
 - Larangan penangkapan ikan dengan menggunakan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan.
 - Pengawasan dan pengendalian terhadap kegiatan budidaya perikanan di waduk.
 - Monitoring kualitas air waduk dan sungai, termasuk di dalamnya monitoring terhadap buangan limbah industri dan domestik.
 - Penghijauan di sempadan waduk untuk mencegah sedimentasi.
5. Alternatif upaya pengelolaan yang dilakukan meliputi berbagai aspek antara lain:

- a. Pengelolaan secara ekologis, yaitu dengan melihat kondisi fitoplankton yang ada.
- b. Pengelolaan secara ekonomi, yaitu didasarkan pada aktivitas pemanfaatan waduk oleh masyarakat.
- c. Pengelolaan secara sosial

5.2 Rekomendasi

1. Melihat kondisi kualitas fisika, kimia dan biologi perairan, maka rekomendasi yang dapat disampaikan untuk menjaga agar kondisi waduk tidak terus menurun antara lain:
 - a) Perlu dicoba penerapan TLBA (Trophic Level Based Aquaculture) untuk mengantisipasi terjadinya proses eutrofikasi perairan akibat penumpukan sisa pakan ikan di dasar perairan.
 - b) Upaya monitoring kualitas air yang dilakukan sebaiknya tidak hanya dengan menggunakan metode fisika dan kimia tetapi juga melibatkan metode biologi sehingga hasil yang diperoleh lebih mencerminkan kondisi perairan yang sesungguhnya.
 - c) Melakukan introduksi ikan herbivora yang menyukai fitoplankton jenis *Nitzschia* sp. untuk menjaga keseimbangan perairan karena dari data terlihat bahwa perairan didominasi oleh fitoplankton jenis ini.
2. Untuk berbagai aktivitas masyarakat yang ada dalam memanfaatkan waduk, maka:
 - a) Perlu adanya pengawasan dan penindakan yang tegas terhadap berbagai aktivitas yang sekiranya dapat merusak keseimbangan ekosistem waduk.
 - b) Perlu adanya pengelolaan sampah, terutama sampah yang dihasilkan dari rumah makan maupun tempat rekreasi agar tidak selalu dibakar atau ditimbun di pinggir waduk karena dapat mengurangi produktivitas tanah dan juga menyebabkan polusi udara. Sehingga diperlukan kerjasama yang baik antara pengelola, Dinas Kebersihan dan pemilik rumah makan.

- c) Perlu adanya peran serta PAMIK (Paguyuban Masyarakat Ikan) dalam upaya pengelolaan lingkungan perairan waduk Lahor, misalkan bekerjasama dengan pengelola mengadakan penyuluhan tentang lingkungan waduk kepada masyarakat yang memanfaatkan waduk maupun sungai.
 - d) Menganjurkan kepada pengunjung, pemilik rumah makan dan masyarakat lain yang memanfaatkan waduk untuk tidak membuang sampah ke dalam waduk maupun sungai.
3. Perlu ditinjau kembali tentang penetapan zonasi yang ada, karena dari hasil penelitian menunjukkan zonasi yang ada sudah tidak sesuai lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1985. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. Public Health Association. Washington
- Apridayanti, E. 2006. *Distribusi Vertikal Fitoplankton di Waduk Lahor Kabupaten Malang, Jawa Timur*. Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. (Tidak diterbitkan)
- Arfiati, D. 1992. *Survey Pendugaan Kepadatan Fitoplankton Sebagai Produktivitas Primer di Rawa Bureng, Desa Sukosari, Kecamatan Gondanglegi, Kabupaten Malang, Jawa Timur*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya Malang (Tidak diterbitkan)
- , Musa M., dan Wiranti. 2002. *Pendugaan Status Tropik Dengan Pendekatan Kelimpahan, Komposisi dan Produktivitas Primer Fitoplankton di Waduk Gondang Kabupaten Lamongan, Jawa Timur*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. **6(1):62-67**
- Arikunto, S. 2003. *Manajemen Penelitian*. PT. Rineka Cipta. Jakarta
- Bappenas. 2008. *Strategi Pengelolaan Sumberdaya Air di Pulau Jawa*. www.air.bappenas.go.id/modules/doc/pdf_download.php?prm_download_id=13&sbf=&prm_download_table=36. Diakses tanggal 1 April 2008
- Biotrop dan Proyek Brantas Indonesia. 1980. *Penelitian Perikanan Waduk, Konsep Pengelolaan Perairan Waduk untuk Perikanan*. Kerjasama Biotrop dan Proyek Brantas Indonesia
- Boney, A.D. 1989. *Phytoplankton*. Edward Arnold Publishers Ltd. London
- Boyd, C.E. 1981. *Water Quality in Warm Water. Fish Pond*. Auburn University. Alabama
- Davis, C. C. 1955. *The Marine and Fresh Water Plankton*. Michigan State University Press. USA
- Dirjen Pengairan. 1983. *Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Brantas*. Dirjen Pengairan. Badan Pelaksana Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Brantas. Malang
- Edmonson, W.T. 1963. *Fresh Water Biology*. University of Washington, Seattle. The United States of America. America

- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Ewusie, I. Y. 1990. *Pengantar Ekologi Tropika*. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Goldman, C. R. and A. J. Horne. 1983. *Limnology*. McGraw-Hill Book Company. United State of America. America
- Hadi, Sudharto. 2005. *Metode Penelitian Sosial: Kuantitatif, Kualitatif dan Kaji Tindak*. Program Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang
- Hariyadi, S., Suryadiputra, I.N.N., dan Widigdo, B. 1992. *Metode Analisis Kualitas Air*. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hartini, A. N. 2002. *Struktur Komunitas Mikroalga di Perairan Waduk Lahor Kecamatan Sumberpucung Kabupaten Malang*. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya. Malang. (Tidak diterbitkan).
- Heddy, S dan Kurniati, M. 1994. *Prinsip-Prinsip Dasar Ekologi*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Herawati, E.Y. 1989. *Pengantar Planktonologi (fitoplankton)*. NUFFIC/ UNIBRAW/ LUW/ FISH. Universitas Brawijaya. Malang
- . 2003. *Biologi dan Ekologi Fitoplankton*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Husen, M. 2006. *Akuakultur Untuk Waduk Jatigede*. www.pikiranrakyat.co.id. Diakses tanggal 20 November 2007
- Krebs, C. J. 1978. *Ecology The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Second Edition. Harper and Row Publishers. New York
- Kodoatie, R. J., dan Sjarief, R. 2005. *Pengelolaan Sumberdaya Air Terpadu*. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- Kordi, K. M.G.H. 2000. *Budidaya Kepiting dan Ikan Bandeng di Tambak Sistem Polikultur*. Penerbit Dahara Prize. Semarang
- Mahmudi, M. 2005. *Produktivitas Perairan*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang

- Needham, J. G. dan P. R. Needham. 1964. *A Guide To The Study Of Fresh Water Biology*. Holden Day Inc. San Francisco
- Odum, E. P. 1993. *Dasar – Dasar Ekologi*. Terjemahan Samingan T. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Ridhayanti, R.N. 1997. *Diversitas Fitoplankton Untuk Menentukan Tingkat Pencemaran di Waduk Lahor Kecamatan Sumberpucung Kabupaten Malang*. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya. Malang. (Tidak diterbitkan).
- Sachlan, M. 1982. *Planktonology*. Fakultas Peternakan dan Perikanan. Universitas Diponegoro. Semarang
- Samuel, Zahri, N, dan Akrimi. 1990. *Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton di DAS Batanghari Bagian Hilir, Propinsi Jambi*. Jurnal Penelitian Perikanan Laut No. 56. Balai Penelitian Perikanan Laut. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta: 39-46
- Samino, S., Catur, R., Dwi, S., dan Rudina, A.R. 2004. *Monitoring Dinamika Komunitas Fitoplankton dan Zooplankton di Waduk Sutami Malang*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya. Malang
- Sarief, E. S. 1986. *Konservasi Tanah dan Air*. Pustaka Buana. Bandung
- Seller, H. B, dan Markland. 1987. *Decaying Lake: The Origin and Control of Cultural Eutrofication*. Jhon Willey and Sons. New York, Brisbane, Toronto and Singapore
- Subarijanti, H.U. 1990. *Diktat Kuliah Limnology*. NUFFIC/ UNIBRAW/ LUW/ FISH. Universitas Brawijaya. Malang
- . 1994. *Faktor Lingkungan Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Fitoplankton*. Buletin Ilmiah Perikanan. Edisi III. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang: 22 – 30
- Sudaryanti, S. 1989. *Pengkajian Keterbatasan Unsur Hara Bagi Perkembangan Fitoplankton*. Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- . 1995. *Eutrofikasi dan Metode Rehabilitasinya*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang

Sulawesty, F., Ani, D., dan Awalina. 2005. *Struktur Komunitas Fitoplankton di Situ Cibuntu dan Hubungannya Dengan Beberapa Parameter Kualitas Perairan*. LIPI Press. Jakarta

Wetzel, R. G. 1975. *Limnology*. Michigan State University. Sainders Co. Chicago

Wiadnya, D. G., Sutini L., dan Lelono T.F. 1993. *Manajemen Sumberdaya Perairan Dengan Kasus Perikanan Tangkap di Jawa Timur*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang

Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 413 Tahun 1987 Tentang Penggolongan dan Baku Mutu Air di Jawa Timur

<http://www.jasatirta1.go.id>. Diakses tanggal 5 November 2007

<http://www.keweenawalgae.mtu.edu/Nitzschia>. Diakses tanggal 6 Januari 2007

<http://www.protist.i.hosei.ac.jp/Gonatozygon/Navicula/Diatoma/Synedra>. Diakses tanggal 6 Januari 2007

RIWAYAT HIDUP

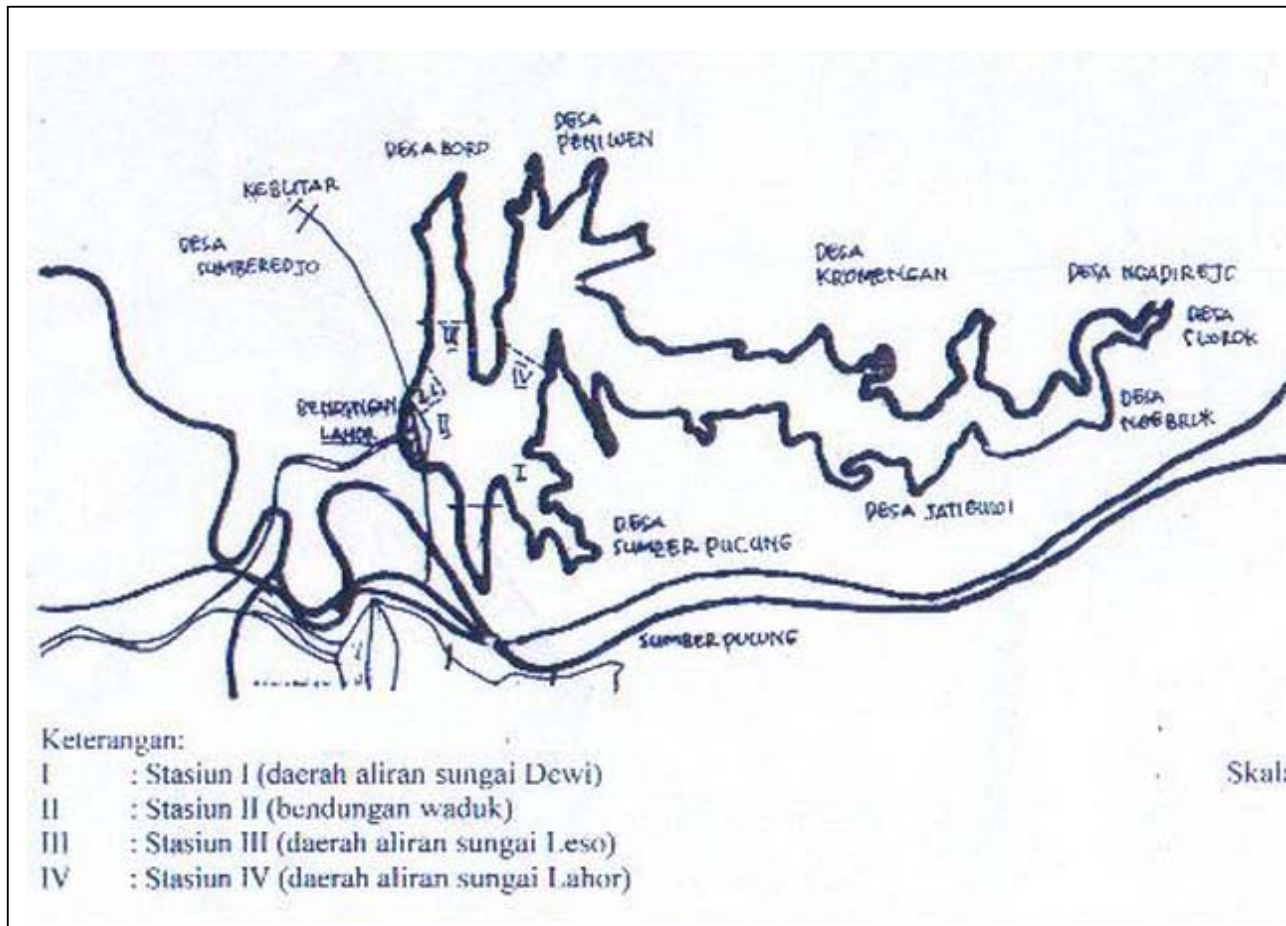


Eka Apridayanti lahir di Bandar Lampung pada tanggal 30 April 1983. Anak pertama dari tiga bersaudara keluarga Sutarman Pamuji dan Warsih.

Menamatkan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri Bumi Sari Lampung Selatan tahun 1995, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di SLTP Al-Kautsar Bandar Lampung tahun 1998 dan Sekolah Menengah Umum di SMU Al-Kautsar Bandar Lampung tahun 2001.

Memasuki jenjang perguruan tinggi di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang pada Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan tahun 2001 dan lulus pada bulan April 2006.

Lampiran 1. Stasiun pengambilan sampel air



Lampiran 3. Hasil uji regresi multiplikatif

Correlations

		Kecerahan	SUHU	PH	C02	DO	TSS
Kecerahan	Pearson Correlation	1.000	-.211	-.222	-.166	-.217	.42
	Sig. (2-tailed)	.	.432	.408	.538	.420	.10
	N	16	16	16	16	16	1
SUHU	Pearson Correlation	-.211	1.000	.287	-.358	.336	.18
	Sig. (2-tailed)	.432	.	.281	.173	.203	.49
	N	16	16	16	16	16	1
PH	Pearson Correlation	-.222	.287	1.000	-.668**	.493	-.05
	Sig. (2-tailed)	.408	.281	.	.005	.053	.85
	N	16	16	16	16	16	1
C02	Pearson Correlation	-.166	-.358	-.668**	1.000	-.500*	-.39
	Sig. (2-tailed)	.538	.173	.005	.	.048	.13
	N	16	16	16	16	16	1
DO	Pearson Correlation	-.217	.336	.493	-.500*	1.000	.56
	Sig. (2-tailed)	.420	.203	.053	.048	.	.02
	N	16	16	16	16	16	1
TSS	Pearson Correlation	.423	.186	-.051	-.393	.565*	1.00
	Sig. (2-tailed)	.103	.491	.852	.132	.023	
	N	16	16	16	16	16	1
NITRAT	Pearson Correlation	.254	-.556*	-.451	.249	-.211	.12
	Sig. (2-tailed)	.343	.025	.080	.353	.432	.63
	N	16	16	16	16	16	1
POSPAT	Pearson Correlation	.137	-.528*	-.061	.014	-.276	-.31
	Sig. (2-tailed)	.613	.036	.821	.960	.302	.23
	N	16	16	16	16	16	1
H'	Pearson Correlation	.168	-.251	-.100	.310	-.169	-.20
	Sig. (2-tailed)	.533	.349	.712	.242	.532	.45
	N	16	16	16	16	16	1
Kelimpahan Fito	Pearson Correlation	.088	.287	-.027	.018	-.231	-.07
	Sig. (2-tailed)	.747	.281	.920	.948	.389	.77
	N	16	16	16	16	16	1
LOGFP	Pearson Correlation	-.083	.499*	.233	-.147	.129	.05
	Sig. (2-tailed)	.760	.049	.386	.588	.634	.84
	N	16	16	16	16	16	1

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 4. Hasil uji regresi masing-masing variabel

Regression 1 ($\log fp = b_0 + b_1 \text{pospat} + \dots + b_6 \text{nitratt}$)

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	POSPAT, C02, Kecerahan, DO, SUHU, NITRAT ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOGFP

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.673 ^a	.453	.089	.4078

a. Predictors: (Constant), POSPAT, C02, Kecerahan, DO, SUHU, NITRAT

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.240	6	.207	1.243	.369 ^a
	Residual	1.497	9	.166		
	Total	2.737	15			

a. Predictors: (Constant), POSPAT, C02, Kecerahan, DO, SUHU, NITRAT

b. Dependent Variable: LOGFP

Regression 2 ($\text{kecerahan} = b_0 + b_1 \text{tss} + b_2 \text{suhu}$)

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SUHU, TSS ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Kecerahan

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.516 ^a	.266	.153	10.0958

a. Predictors: (Constant), SUHU, TSS

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	480.218	2	240.109	2.356	.134 ^a
	Residual	1325.017	13	101.924		
	Total	1805.234	15			

a. Predictors: (Constant), SUHU, TSS

b. Dependent Variable: Kecerahan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	139.583	56.238		2.482	.028
	TSS	102.585	51.810	.479	1.980	.069
	SUHU	-2.514	2.025	-.300	-1.242	.236

a. Dependent Variable: Kecerahan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-.693	3.633		-.191	.853
	Kecerahan	7.514E-03	.011	.193	.662	.525
	SUHU	.212	.110	.649	1.930	.086
	DO	4.799E-02	.084	.187	.572	.581
	NITRAT	-3.510	2.474	-.517	-1.419	.190
	C02	1.386E-02	.015	.331	.932	.376
	POSPAT	.524	.302	.645	1.734	.117

a. Dependent Variable: LOGFP

Regression 3 ($co2 = b0 + b1ph + b2suhu$)

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	PH, SUHU ^a	.	Enter

- a. All requested variables entered.
- b. Dependent Variable: C02

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.690 ^a	.476	.396	7.9390

- a. Predictors: (Constant), PH, SUHU

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	744.919	2	372.460	5.909	.015 ^a
	Residual	819.355	13	63.027		
	Total	1564.274	15			

- a. Predictors: (Constant), PH, SUHU
- b. Dependent Variable: C02

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	374.332	107.458		3.484	.004
	SUHU	-1.414	1.633	-.181	-.866	.402
	PH	-40.048	13.630	-.616	-2.938	.012

- a. Dependent Variable: C02

Regression 4 (kecerahan = $b_0 + b_1$ tss)

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	TSS ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Kecerahan

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.423 ^a	.179	.120	10.2892

a. Predictors: (Constant), TSS

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	323.080	1	323.080	3.052	.103 ^a
	Residual	1482.155	14	105.868		
	Total	1805.234	15			

a. Predictors: (Constant), TSS

b. Dependent Variable: Kecerahan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	69.849	2.978		23.458	.000
	TSS	90.637	51.884	.423		

a. Dependent Variable: Kecerahan

Regression 5 (logfp = $b_0 + b_1$ kecerahan)

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Kecerahan ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOGFP

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.083 ^a	.007	-.064	.4406

a. Predictors: (Constant), Kecerahan

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.883E-02	1	1.883E-02	.097	.760 ^a
	Residual	2.718	14	.194		
	Total	2.737	15			

a. Predictors: (Constant), Kecerahan

b. Dependent Variable: LOGFP

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6.189	.760		8.147	.000
	Kecerahan	-3.23E-03	.010	-.083	-.311	.760

a. Dependent Variable: LOGFP

Regression 6 ($\log fp = b_0 + b_1 \text{ suhu}$)

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SUHU ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOGFP

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.499 ^a	.249	.196	.3831

a. Predictors: (Constant), SUHU

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.683	1	.683	4.651	.049 ^a
	Residual	2.054	14	.147		
	Total	2.737	15			

a. Predictors: (Constant), SUHU

b. Dependent Variable: LOGFP

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.416	2.107		.672	.512
	SUHU	.163	.075	.499	2.157	.049

a. Dependent Variable: LOGFP

Regression 7 (kecerahan = $b_0 + b_1$ suhu)

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SUHU ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Kecerahan

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.211 ^a	.045	-.024	11.0990

a. Predictors: (Constant), SUHU

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	80.619	1	80.619	.654	.432 ^a
	Residual	1724.615	14	123.187		
	Total	1805.234	15			

a. Predictors: (Constant), SUHU

b. Dependent Variable: Kecerahan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	121.791	61.032		1.996	.066
	SUHU	-1.769	2.187	-.211	-.809	.432

a. Dependent Variable: Kecerahan

Regression 8 ($\log fp = b0 + b1 do$)

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	DO ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOGFP

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.129 ^a	.017	-.054	.4385

a. Predictors: (Constant), DO

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4.565E-02	1	4.565E-02	.237	.634 ^a
	Residual	2.691	14	.192		
	Total	2.737	15			

a. Predictors: (Constant), DO

b. Dependent Variable: LOGFP

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.643	.650		8.686	.000
	DO	3.308E-02	.068	.129	.487	.634

a. Dependent Variable: LOGFP

Regression 9 ($\log fp = b0 + b1 \text{ nitrat}$)

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	NITRAT ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOGFP

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.382 ^a	.146	.085	.4087

a. Predictors: (Constant), NITRAT

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.399	1	.399	2.387	.145 ^a
	Residual	2.338	14	.167		
	Total	2.737	15			

a. Predictors: (Constant), NITRAT

b. Dependent Variable: LOGFP

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6.359	.281		22.609	.000
	NITRAT	-2.591	1.677	-.382	-1.545	.145

a. Dependent Variable: LOGFP

Regression 10 ($CO_2 = b_0 + b_1 suhu$)

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SUHU ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: CO2

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.358 ^a	.128	.066	9.8685

a. Predictors: (Constant), SUHU

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	200.840	1	200.840	2.062	.173 ^a
	Residual	1363.434	14	97.388		
	Total	1564.274	15			

a. Predictors: (Constant), SUHU

b. Dependent Variable: CO2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	85.839	54.266		1.582	.136
	SUHU	-2.793	1.945	-.358	-1.436	.173

a. Dependent Variable: C02

Regression 11 ($nitrat = b0 + b1 ph$)

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	PH ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: NITRAT

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.451 ^a	.203	.146	5.813E-02

a. Predictors: (Constant), PH

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.207E-02	1	1.207E-02	3.573	.080 ^a
	Residual	4.730E-02	14	3.379E-03		
	Total	5.938E-02	15			

a. Predictors: (Constant), PH

b. Dependent Variable: NITRAT

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.631	.780		2.090	.055
	PH	-.181	.096	-.451	-1.890	.080

a. Dependent Variable: NITRAT

Regression 12 ($CO_2 = b_0 + b_1 ph$)

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	PH ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: CO2

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.668 ^a	.446	.406	7.8678

a. Predictors: (Constant), PH

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	697.653	1	697.653	11.270	.005 ^a
	Residual	866.622	14	61.902		
	Total	1564.274	15			

a. Predictors: (Constant), PH

b. Dependent Variable: CO2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	362.580	105.641		3.432	.004
	PH	-43.438	12.939	-.668	-3.357	.005

a. Dependent Variable: C02

Regression 13 ($pospat = b0 + b1 ph$)

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	PH ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: POSPAT

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.061 ^a	.004	-.067	.5434

a. Predictors: (Constant), PH

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.561E-02	1	1.561E-02	.053	.821 ^a
	Residual	4.133	14	.295		
	Total	4.149	15			

a. Predictors: (Constant), PH

b. Dependent Variable: POSPAT

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2.042	7.296		.280	.784
	PH	-.205	.894	-.061	-.230	.821

a. Dependent Variable: POSPAT

Regression 14 ($\log fp = b_0 + b_1 CO_2$)

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	CO2 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOGFP

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.147 ^a	.022	-.048	.4374

a. Predictors: (Constant), CO2

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5.890E-02	1	5.890E-02	.308	.588 ^a
	Residual	2.678	14	.191		
	Total	2.737	15			

a. Predictors: (Constant), CO2

b. Dependent Variable: LOGFP

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6.004	.141		42.705	.000
	CO2	-6.14E-03	.011	-.147	-.555	.588

a. Dependent Variable: LOGFP

Regression 15 ($\log fp = b_0 + b_1 \text{pospat}$)

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	POSPAT ^a	.	Enter

- a. All requested variables entered.
- b. Dependent Variable: LOGFP

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.043 ^a	.002	-.069	.4417

- a. Predictors: (Constant), POSPAT

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.967	.136		43.924	.000
	POSPAT	-3.49E-02	.217	-.043	-.161	.874

- a. Dependent Variable: LOGFP

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5.059E-03	1	5.059E-03	.026	.874 ^a
	Residual	2.732	14	.195		
	Total	2.737	15			

- a. Predictors: (Constant), POSPAT
- b. Dependent Variable: LOGFP

Lampiran 5. Peta Daerah Pengaliran Sungai (DPS) waduk Lahor

