

T
5/4.5
FAC
S/2

**STUDI KUALITAS AIR WADUK SETIABUDI JAKARTA
DITINJAU DARI SIFAT FISIKA-KIMIA AIR, STRUKTUR
KOMUNITAS DAN PRODUKTIVITAS PRIMER FITOPLANKTON**

Oleh
MELATI FERIANITA FACHRUL



**PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
1993**

RINGKASAN

MELATI FERIANITA FACHRUL. Studi Kualitas Air Waduk Setiabudi Jakarta Ditinjau Dari Sifat Fisika-Kimia Air, Struktur Komunitas Dan Produktivitas Primer Fitoplankton, (di bawah bimbingan SUPOMO T.H. WARDOYO sebagai Ketua, H. MUHAMMAD EIDMAN dan SUTRISNO SUKIMIN sebagai Anggota).

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai Agustus 1992 di waduk Setiabudi Barat. Penelitian ini bertujuan untuk : (1) Mengevaluasi kualitas air waduk Setiabudi ditinjau dari parameter fisika-kimia, struktur komunitas dan produktivitas primer fitoplankton. (2) Menelaah jenis fitoplankton yang merupakan indikator biologi bagi pencemaran limbah organik.

Hasil pengolahan air waduk secara aerasi belum mampu meningkatkan kualitas air waduk Setiabudi yang akan dibuang ke Banjir Kanal. Adapun parameter-parameter yang masih mempunyai nilai tinggi yaitu DHL, TDS, kecerahan, DO, COD dan nitrat. Pernyataan di atas didukung dengan Indeks Kualitas Lingkungan yang menyatakan bahwa perairan waduk berada pada kriteria buruk.

Kelimpahan fitoplankton di dalam waduk Setiabudi cukup tinggi, yaitu dengan ditemukannya 44 jenis fitoplank-



ton, terdiri dari 11 jenis fillum Chrysophyta, 22 jenis Chlorophyta, 10 jenis Cyanophyta dan jenis Euglenophyta.

Secara umum dari seluruh jenis tersebut tampak bahwa jenis *Synedra*, *Spirogyra* dan *Microcystis* mendominasi populasi fitoplankton di waduk Setiabudi.

Berdasarkan nilai Indeks Biologi, perairan waduk Setiabudi dikategorikan perairan dengan tingkat keragaman kecil sampai sedang, jenis-jenis fitoplankton menyebar tidak merata pada setiap kolom air dan terdapat dominansi. Selain itu perairan waduk Setiabudi berada pada kategori pencemaran sedang sampai berat, fase pencemarannya berada pada fase mesosaprobik sampai polisaprobik dan terbukti bahwa air limbah yang masuk ke dalam waduk sebagian besar terdiri dari bahan organik.

Produktivitas Primer fitoplankton di dalam waduk Setiabudi mempunyai nilai yang tinggi pada kedalaman 0.5 m, terutama pada stasiun penelitian yang berada pada bagian tengah waduk. Melihat besarnya nilai produktivitas primer, maka perairan waduk Setiabudi tergolong pada tingkat eutrofik.

Di dalam waduk Setiabudi pengelompokkan stasiun penelitian berdasarkan parameter fisika-kimia dan keragaman jenis fitoplankton cenderung berada dalam satu kesatuan, kecuali stasiun D yang merupakan effluent dari proses aerasi dan E1, E2 stasiun di sungai Banjir Kanal.

**STUDI KUALITAS AIR WADUK SETIABUDI JAKARTA
DITINJAU DARI SIFAT FISIKA-KIMIA AIR, STRUKTUR
KOMUNITAS DAN PRODUKTIVITAS PRIMER FITOPLANKTON**

Oleh
MELATI FERIANITA FACHRUL
89199

Tesis sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Sains
pada
Program Studi Ilmu Perairan
Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

**PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
1993**

**Judul Penelitian : STUDI KUALITAS AIR WADUK SETIABUDI JAKARTA
DITINJAU DARI SIFAT FISIKA - KIMIA AIR, STRUKTUR
KOMUNITAS DAN PRODUKTIVITAS PRIMER FITOPLANKTON**

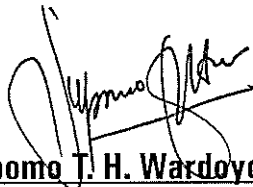
Nama Mahasiswa: MELATI FERIANITA FACHRUL

Nomor Pokok : 89199

Program Studi : Ilmu Perairan

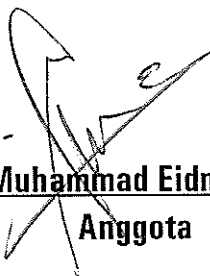
Menyetujui

1. Komisi Pembimbing



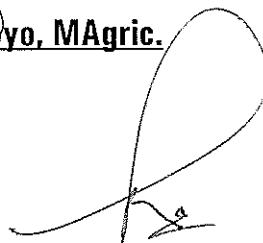
Ir. Supomo T. H. Wardoyo, MAgric.

Ketua



DR. H. Muhammad Eidman, MSc.

Anggota



DR. Ir. Sutrisno Sukimin, DEA.

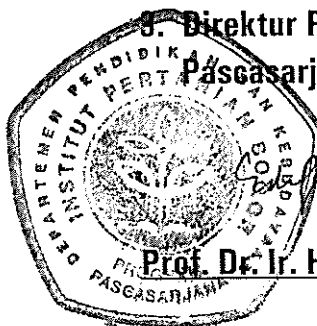
Anggota

**2. Ketua Program Studi
Ilmu Perairan**



DR. Ir. Kusman Sumawidjaja

**3. Direktur Program
Pascasarjana**



Prof. Dr. Ir. H. Edi Guhardja

Tanggal Lulus Ujian : 4 September 1993

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 23 Mei 1964 di Jakarta, putri tunggal dari empat orang bersaudara, dari ayah bernama Fachrul Rajo Sampono dan ibu bernama Yanidar.

Sekolah Dasar sampai dengan Sekolah Lanjutan Atas diselesaikan di Jakarta, lulus tahun 1983. Pada tahun 1988 memperoleh gelar Sarjana Biologi dari Fakultas Biologi Universitas Nasional Jakarta. Kemudian pada tahun 1989, melanjutkan pendidikan Magister Sains (S2) pada Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor dalam bidang studi Ilmu Perairan.

Sejak tahun 1991 penulis bekerja sebagai Dosen Tetap pada Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lansekap Dan Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti Jakarta dan sejak tahun 1992, sebagai Dosen Luar Biasa pada Jurusan Real Estate (S1 dan DIII) Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara Jakarta. Kemudian sejak tahun 1992 menjabat sebagai Ketua bidang Penelitian dan Pengembangan, Studio Informasi dan Komunikasi Lingkungan Hidup Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan dan penyusunan Tesis ini tentu saja bukan pekerjaan yang mudah, karena banyak kendala yang penulis hadapi dalam penyelesaiannya. Namun berkat dorongan, semangat dan bantuan dari berbagai pihak Tesis ini dapat terwujud.

Oleh karena itu sudah sepantasnyalah penulis menghaturkan terima kasih dan memberikan penghargaan kepada kedua orang tua yang telah membiayai studi hingga selesai, juga kepada Drs. Ade Fadhli, Boy Febrian dan Fachri Ferdian yang memberikan dorongan dan semangat.

Di samping itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Supomo T.H. Wardoyo, MAgric; DR. H. Muhammad Eidman, MSc; DR. Ir. Sutrisno Sukimin, DEA yang telah membimbing dan mengingatkan dan memberi saran kepada penulis selama penelitian.

Ucapan terima kasih, penulis sampaikan pula kepada Ir. John Nurifdinsyah, MS yang telah banyak membantu dalam penulisan, memberi saran dan tak bosan-bosannya menegur dan mengingatkan dikala rasa jenuh menghadapi penulis.

Bantuan pada waktu penelitian dari Badan Pengelola Air Limbah (PD. PAL Jaya) DKI Jakarta, Drs. Ikna Sujatna Jalip, MS; Yudi Aridasa dan Adhi Faisal sangat penulis hargai.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis ucapkan, akhirnya Tesis dengan judul Studi Kualitas Air Waduk Setiabudi Jakarta Ditinjau Dari Sifat Fisika-Kimia Air, Struktur Komunitas Dan Produktivitas Primer Fitoplankton tersusun. Tesis ini adalah syarat untuk memperoleh Gelar Magister Sains pada Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor bidang Studi Ilmu Perairan.

Tesis ini tersusun di bawah bimbingan bapak Ir. Supomo T.H. Wardoyo, MAgric; DR. H. Muhammad Eidman, MSc dan DR. Ir. Sutrisno Sukimin, DEA yang masing-masing sebagai ketua dan anggota.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini belum terlalu sempurna, walaupun demikian penulis berharap semoga hasil-hasil yang dituangkan dalam tesis ini bermanfaat bagi mereka yang memerlukan.

Jakarta, September 1993

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Permasalahan dan Pendekatan Masalah	2
Maksud dan Tujuan	5
Hipotesis	6
TINJAUAN PUSTAKA	
Deskripsi Umum Waduk Setiabudi.....	7
Jaringan Pengumpulan Air Limbah	11
Pengolahan Air Limbah	11
Drainase	12
Bahan Organik	13
Fitoplankton Sebagai Indikator Biologi	
Perairan	16
Produktivitas Primer	19
Parameter Fisika-Kimia Air	22
Cahaya Matahari	22
Suhu	25
Unsur Hara	26
Oksigen Terlarut dan pH.....	28

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian	30
Bahan dan Alat Penelitian	32
Metode Penelitian	32
Metode Pengambilan Contoh	32
Metode Pengukuran Parameter	35
Metode Analisis	35
Analisis Struktur Komunitas	
Fitoplankton	35
Analisis Kelimpahan Fitoplankton	35
Analisis Keragaman	36
Analisis Keseragaman Populasi	37
Indeks Kualitas Lingkungan	38
Indeks Similaritas Bray-Curtis dan Canberra..	42
Analisis Penetapan Produktivitas Primer	43
Analisis Statistika	45

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Fisika dan Kimia Air Waduk Setiabudi	46
Kualitas Fisika Air Waduk Setiabudi...	46
Kualitas Kimia Air Waduk Setiabudi ...	51
Struktur Komunitas Fitoplankton Sebagai Penduga	
Kualitas Air Waduk Setiabudi	58
Produktivitas Primer Perairan Waduk Setiabudi	64
Faktor-faktor Fisika Kimia Air yang Mem-	
pengaruhi Struktur Komunitas dan Produktivitas	
Primer Fitoplankton	68

Pengelompokkan Stasiun Pengamatan Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air	77
Pengelompokkan Stasiun Pengamatan Berdasarkan Keragaman Jenis Fitoplankton	81
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	86
Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	92

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
	<u>Teks</u>	
1.	Deskripsi Waduk Setiabudi Jakarta	8
2.	Komposisi Air Limbah yang Berasal dari Kamar Mandi dan WC	14
3.	Parameter-parameter, Metode dan Alat yang Digunakan Dalam Analisis Kualitas Air Selama Penelitian Di Waduk Setiabudi.....	33
4.	Penyimpanan dan Pengawetan Contoh Air	34
5.	Modifikasi Nilai Kepentingan Parameter (NPK).	39
6.	Kriteria Indeks Kualitas Lingkungan Berdasarkan NSF-WQI	40
7.	Hubungan Antara Koefisien Saprofik (X), Tingkat Pencemaran, Fase Saprofik dan Bahan Pencemar.....	41
8.	Indeks Kualitas Lingkungan Di Waduk Setiabudi Selama Penelitian	57
9.	Beberapa Nilai Indeks Biologi Kualitas Air Perairan Waduk Setiabudi Berdasarkan Analisis Struktur Komunitas Fitoplankton.....	61
10.	Produktivitas Primer Fitoplankton Di Waduk Setiabudi pada Kedalaman 0.5 m dan 1.5 m Selama Penelitian (mgC/m ² /jam)	65
11.	Variasi Produktivitas Primer Fitoplankton Di Danau Silvan, Indiana	67
	<u>Lampiran</u>	
1.	Hasil Analisis Parameter Fisika-Kimia Air Selama Penelitian Di Waduk Setiabudi.....	93
2.	Hasil rata-rata Analisis Parameter Fisika- Kimia Air Pada Influen Waduk Setiabudi Jakarta Selama Penelitian	94

3.	Jenis-jenis Fitoplankton yang Tersaring Di Waduk Setiabudi Selama Penelitian (Sel x 10 ⁵ /liter)	95
4.	Jenis-jenis Fitoplankton yang Tersaring pada Periode I Di Perairan Waduk Setiabudi (Sel x 10 ⁵ /liter).....	97
5.	Jenis-jenis Fitoplankton yang Tersaring pada Periode II Di Perairan Waduk Setiabudi (Sel x 10 ⁵ /liter)	98
6.	Jenis-jenis Fitoplankton yang Tersaring pada Periode III Di Perairan Waduk Setiabudi (Sel x 10 ⁵ /liter).....	99
7.	Jenis-jenis Fitoplankton yang Tersaring pada Periode IV Di Perairan Waduk Setiabudi (Sel x 10 ⁵ /liter).....	100
8.	Matriks Korelasi Kelimpahan, Produktivitas Primer Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimia Air pada Periode I Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	101
9.	Matriks Korelasi Kelimpahan, Produktivitas Primer Fitoplankton dengan Parameter Kimia Air pada Periode II Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	102
10.	Matriks Korelasi Kelimpahan, Produktivitas Primer Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimia Air pada Periode III Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	103
11.	Matriks Korelasi Kelimpahan, Produktivitas Primer Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimia Air pada Periode IV Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	104
12.	Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Kelimpahan Fitoplankton pada Periode I Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	105
13.	Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Kelimpahan Fitoplankton pada Periode II Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	106

14.	Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Kelimpahan Fitoplankton pada Periode III Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	107
15.	Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Kelimpahan Fitoplankton pada Periode IV Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	108
16.	Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Produktivitas Primer Fitoplankton pada Periode I Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	109
17.	Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Produktivitas Primer Fitoplankton pada Periode II Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	110
18.	Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Produktivitas Primer Fitoplankton pada Periode III Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	111
19.	Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Produktivitas Primer Fitoplankton pada Periode IV Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta	112

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pendekatan Masalah	4
2.	Skema Pengelompokan Bahan yang Terkandung Di Dalam Air Limbah	14
3a.	Hubungan antara Intensitas Cahaya dengan Laju Fotosintesis	24
b.	Penetrasi Cahaya ke dalaman Perairan	24
c.	Sebaran Vertikal Kemampuan Fotosintesis pada Fitoplankton	24
4.	Lokasi Pengambilan Contoh Air	31
5.	Dendrogram Pengelompokkan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Canberra Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air Pada Periode Pertama Di Waduk Setiabudi	78
6.	Dendrogram Pengelompokkan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Canberra Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air Pada Periode Ke Dua Di Waduk Setiabudi	78
7.	Dendrogram Pengelompokkan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Canberra Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air Pada Periode Ke Tiga Di Waduk Setiabudi	79
8.	Dendrogram Pengelompokkan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Canberra Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air Pada Periode Ke Empat Di Waduk Setiabudi	79
9.	Dendrogram Pengelompokkan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Bray-Curtis Berdasarkan Keragaman Jenis Fitoplankton Pada Periode Pertama Di Waduk Setiabudi	84

10.	Dendrogram Pengelompokkan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Bray-Curtis Berdasarkan Keragaman Jenis Fitoplankton Pada Periode Ke Dua Di Waduk Setiabudi	84
11.	Dendrogram Pengelompokkan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Bray-Curtis Berdasarkan Keragaman Jenis Fitoplankton Pada Periode Ke Tiga Di Waduk Setiabudi	85
12.	Dendrogram Pengelompokkan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Bray-Curtis Berdasarkan Keragaman Jenis Fitoplankton Pada Periode Ke Empat Di Waduk Setiabudi	85

Lampiran

1.	Lokasi Jakarta Sewerage And Sanitation Project (JSSP)	113
2.	Waduk Setiabudi Jakarta	114
3a.	Kurva Sub Indeks Oksigen Terlarut (DO) > 140%, $I_1 = 50$).....	115
b.	Kurva Sub-indeks pH Berdasarkan NSF-WQI.....	115
c.	Kurva Sub-indeks BOD_5 ($BOD_5 > 30$, $I_3 = 2$)	115
d.	Kurva Sub-indeks Nitrat Berdasarkan NSF-WQI... ..	115
e.	Kurva Sub-indeks Fosfat (> 10 mg/l, $I_5 = 2$).....	116
f.	Kurva Sub-indeks Suhu ($T > 15$, $I_6 = 5$).....	116
g.	Kurva Sub-indeks Kekeruhan (>100 NTU, $I_7 = 5$).....	116
h.	Kurva Sub-indeks TDS (> 500 mg/l, $I_8 = 20$).....	116

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam rangka mewujudkan pembangunan berwawasan lingkungan dan untuk mencapai sasaran program-program pemerintah DKI Jakarta, berbagai upaya telah dilaksanakan untuk mengelola sumberdaya secara bijaksana dan berkesinambungan demi peningkatan kualitas lingkungan hidup. Salah satu upaya yang telah dilaksanakan adalah *Jakarta Sewerage and Sanitation Project (JSSP)*, dimulai pada tahun 1991, bertujuan untuk mengembangkan suatu rencana induk sampai tahun 2000 termasuk meningkatkan atau memperbaiki kondisi pembuangan air limbah (pemukiman, industri dan perkantoran), drainase dan sanitasi di daerah Jakarta dan sekitarnya. Proyek tahap pertama yang sedang dilaksanakan adalah peningkatan kondisi sanitasi di daerah Setiabudi, Manggarai dan Tebet. Kegiatan ini, menggunakan waduk Setiabudi sebagai sarana pengolahan air limbah serta rehabilitasi fasilitas sanitasi seperti WC dan kran umum.

Komposisi dan kelimpahan jenis organisme air serta reproduksinya ditentukan dan dipengaruhi oleh kondisi kualitas air di lingkungan habitatnya (Tonolli, 1976). Perairan waduk Setiabudi, merupakan wahana perlakuan

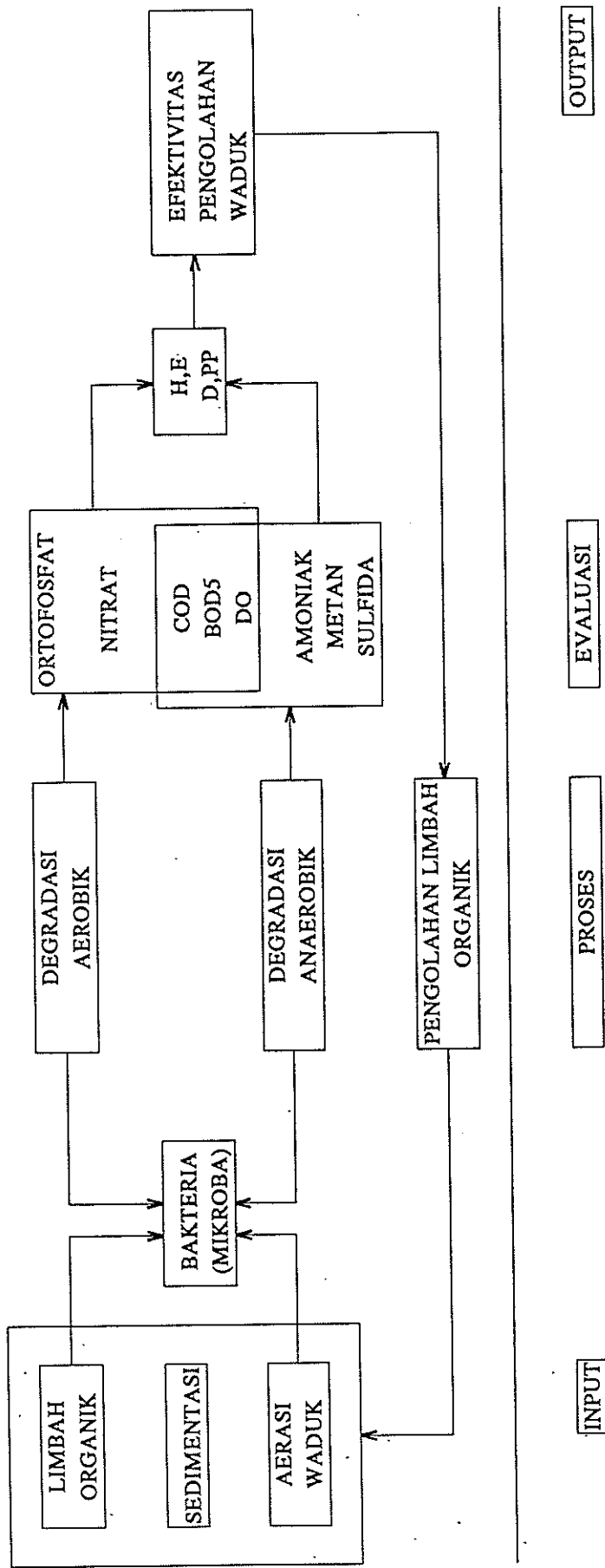
(*treatment plan*) limbah cair pemukiman dan kegiatan lain yang berada di wilayah Kecamatan Setiabudi, Manggarai dan Tebet. Pengolahan air limbah dilakukan dengan sistem aerasi. Mengingat limbah terutama berasal dari pemukiman, perkantoran serta bangunan komersial, diduga pencemar yang terbesar berupa bahan organik mudah urai (*degradable organic matter*). Hasil proses pengolahan air limbah diharapkan dapat menurunkan kandungan limbah organik, sehingga effluent yang dibuang ke sungai Banjir Kanal dapat memenuhi syarat sebagai air baku air minum Perusahaan Air Minum DKI Jaya.

Mengingat belum adanya informasi ekologis mengenai keadaan perairan waduk Setiabudi, maka penulis tertarik untuk mengkaji kondisi waduk Setiabudi ditinjau dari aspek fisika-kimia air, struktur komunitas dan produktivitas primer fitoplankton.

Permasalahan dan Pendekatan Masalah

Setiap kegiatan manusia, baik pemukiman, perdagangan, industri, pertanian dan lain-lainnya, akan menghasilkan buangan yang berbentuk gas, cair maupun padat. Dalam buangan itu umumnya mengandung senyawa

bahan-bahan organik. Buangan yang berupa padatan terlarut, terkolid dan tersuspensi secara langsung ataupun tidak langsung akan terbawa aliran air (air hujan dan limpasan) dan bercampur dengan buangan cair atau air limbah. Senyawa bahan organik sebagian diuraikan oleh mikroba dan sebagian lagi akan mengalami pelapukan baik secara fisik (*photodegradation*) maupun secara kimiawi (*chemodegradation*). Apabila senyawa bahan organik dalam air limbah tinggi, maka akan menimbulkan pencemaran lingkungan baik lingkungan air maupun lingkungan terestrial. Salah satu cara pengelolaan air limbah yang banyak diterapkan adalah dengan proses sedimentasi dan aerasi, disamping proses filtrasi. Pengelolaan air limbah yang masih merupakan proyek tahap pertama di wilayah DKI Jakarta adalah dengan cara pengumpul-penampung limbah yang disertai dengan aerasi, seperti yang dilakukan di waduk Setiabudi. Dengan permasalahan dan upaya mengatasi pengelolaan air limbah, maka pendekatan masalah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah seperti tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. PENDEKATAN MASALAH

Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan yang diterapkan di perairan waduk Setiabudi terhadap peningkatan kualitas air limbah yang ditampung di dalam waduk. Adapun tujuannya adalah :

1. Mengevaluasi kualitas air waduk Setiabudi ditinjau dari parameter fisika-kimia air, struktur komunitas dan produktivitas primer fitoplankton.
2. Menelaah jenis fitoplankton yang dapat dijadikan indikator biologi bagi pencemaran limbah organik di waduk Setiabudi.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh pengolahan perairan waduk Setiabudi khususnya dan kegiatan serupa di wilayah Pemda DKI Jakarta umumnya. Disamping itu diharapkan ditemukannya fitoplankton indikator yang secara praktis dapat dijadikan sarana untuk menilai kualitas air yang tercemar bahan organik di waduk Setiabudi.

Hipotesis

Acuan penalaran atau hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

Apabila proses penguraian limbah organik yang terjadi dalam kondisi aerobik berjalan dengan baik, maka kualitas fisika-kimia air meningkat, produktivitas primer tinggi dan struktur komunitas fitoplanktonnya akan beragam serta tidak ada dominansi jenis-jenis tertentu.

TINJAUAN PUSTAKA

Deskripsi Umum Waduk Setiabudi

Waduk Setiabudi terletak di Kecamatan Setiabudi, Jakarta Selatan dengan batas wilayah administrasi sebagai berikut : di sebelah Utara Kecamatan Gambir, di sebelah Timur Kecamatan Kemayoran, di sebelah Selatan Kecamatan Mampang Prapatan dan di sebelah Barat Kecamatan Kebayoran Baru.

Kegiatan proyek ini berbatasan dengan wilayah sebagai berikut : di sebelah Utara Sungai Banjir Kanal, di sebelah Timur sungai Ciliwung, di sebelah Barat jalan raya Jendral Gatot Subroto dan di sebelah Selatan jalan Letnan Jendral Haryono M.T. Untuk lebih jelasnya lokasi dapat dilihat pada Gambar Lampiran 1

Waduk ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian Barat dan bagian Timur. Masing-masing waduk berfungsi sebagai kolam aerasi, kolam pengendapan dan pengendali banjir. Waduk Setiabudi Barat luasnya 26 100 m² dengan volume 58 000 m³, waktu pengisian selama 2.6 hari, sehingga debit air per detik 261 liter dan waduk Setiabudi Timur luasnya 17 400 m² dengan volume 39 150 m³, waktu pengisian 3.5 hari sehingga debit air per detik adalah 129 liter Timur Gambar Lampiran 2

Deskripsi waduk Setiabudi secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Waduk Setiabudi Jakarta

Uraian	Waduk Barat	Waduk Timur
Luas waduk (m ²)	26 100	17 400
Volume waduk (m ³)	58 700	39 150
Waktu pengisian (hari)	2.6	3.5
Debit air limbah (l/detik)	261	129.5
Kedalaman (m)	2 - 2.5	2 - 5
Aerator Trepasang (buah)	4	3
Kapasitas aerator (kgO ₂ /jam)	4 x 50	3 x 50

Sumber : Standart Operasional dan Prosedur (SOP)
DPU RI (1991).

Perkembangan penduduk, kegiatan industri dan perdagangan di Jakarta pada akhir abad 20 sangat pesat, jauh melebihi tingkat nasional. Pada tahun 2000 perkembangan penduduk kota Jakarta diperkirakan mencapai 12.3 juta jiwa. Peningkatan taraf hidup dan perkembangan teknologi, sebagai konsekuensinya menyebabkan bertambahnya kebutuhan air bersih serta bertambah pula

kuantitas air limbah yang dihasilkan oleh kegiatan masyarakat sehingga dapat menimbulkan masalah pencemaran apabila tidak ditangani dengan seksama (DPU RI, 1991).

Pada saat ini air limbah, baik yang berasal dari rumah tangga maupun industri, sebagian besar dibuang ke tanah atau perairan yang ada. Hal tersebut menyebabkan tercemarnya sungai-sungai yang mengalir di kota Jakarta.

Sebagai langkah awal dalam pelaksanaan Rencana Induk Jakarta Sewerage and Sanitation Project (JSSP), Pemerintah Indonesia bersama dengan International Bank for Reconstruction and Development (IBRD), bermufakat untuk membiayai JSSP Pilot Project untuk daerah Setiabudi, Manggarai dan Tebet.

Waduk Setiabudi adalah proyek tahap pertama dari Pemerintah Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta yang bertujuan untuk mengembangkan suatu rencana induk sampai tahun 2000 termasuk meningkatkan atau memperbaiki kondisi pembuangan air limbah, drainase dan sanitasi di daerah Setiabudi, Manggarai dan Tebet. Sistem ini menampung air limbah dari pemukiman, industri, perdagangan, perkantoran yang disalurkan melalui pipa ke tempat penampungan yang berlokasi di waduk Setiabudi. Saat ini waduk mempunyai dua fungsi utama yaitu : sebagai waduk untuk pengendalian banjir kota Jakarta dan sebagai kolam

fakultatif yaitu, sebagai tempat pengolahan air limbah pertama, khususnya untuk melayani wilayah Kecamatan Setiabudi, Manggarai dan Tebet. Adapun maksud dan tujuan proyek ini adalah : meningkatkan kualitas lingkungan hidup dengan mengurangi pencemaran air tanah dan pencemaran air permukaan, menciptakan lingkungan hidup yang bersih dan sehat serta meningkatkan kualitas air di Banjir Kanal, akibat air buangan dari wilayah Setiabudi, Manggarai dan Tebet.

Dengan selesainya pembangunan waduk ini, maka penduduk di sekitar kecamatan Setiabudi, Manggarai dan Tebet dapat memanfaatkan penanganan air limbah yang baik, sekaligus mendapatkan peningkatan sanitasi lingkungan yang bersih.

Pada ke dua waduk dipasang aerator, pengoperasian aerator ini dilaksanakan agar, kualitas air limbah tidak mengganggu estetika lingkungan, khususnya effluent dari waduk terpenuhi sebagai air baku air bersih instalasi Perusahaan Air Minum DKI Jakarta, melalui sungai Banjir Kanal (DPU RI, 1991).

Kegiatan yang dilaksanakan dalam proses pengolahan air limbah waduk Setiabudi terdiri dari beberapa komponen yaitu :

Jaringan Pengumpul Air Limbah

Jaringan pengumpulan air limbah direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air sampai tahun 2000. Kapasitas pipa air limbah direncanakan dengan memperhitungkan adanya tambahan kuantitas air limbah sebagai akibat adanya tambahan supplay air minum serta sumber air limbah non domestik, seperti bangunan komersial dan industri. Jaringan air limbah terdiri dari empat jalur utama dan satu unit interceptor dari Manggarai.

Sistem pengumpulan air limbah adalah sistem terpisah (*separate system*) yang digabung dengan drainase mikro (kampung inlet) di wilayah kampung untuk tahap awal.

Pengolahan Air Limbah

Rencana Induk JSSP tidak mempertimbangkan adanya suatu pengolahan air yang lengkap. Pengolahan air limbah yang diusulkan adalah pembuangan langsung ke laut (*ocean outfall*), karena merupakan cara yang efisien dan ekonomis.

Alasan utama mengapa pengolahan air limbah di pertimbangkan dalam proyek ini adalah kebutuhan mendesak untuk memperbaiki kualitas air baku instalasi pengolahan

air minum Pejompongan yang mengambil air baku dari Banjir Kanal. Berdasarkan alasan tersebut di atas maka pengolahan primer dilakukan di waduk Setiabudi. Pada musim kemarau waduk berfungsi sebagai kolam aerasi. Selama musim hujan atau pada saat debit air hujan tinggi, maka waduk berfungsi juga sebagai pengendali banjir (*dual purpose dam*).

Drainase

Saluran drainase makro berada di daerah proyek menerima aliran air hujan dan limbah dari pemukiman, industri, bangunan umum dan daerah tangkapan hujan di sebelah sektor Jalan Raya Letnan Jendral Haryono M.T.

Untuk mencegah masuknya sampah dan kotoran dari daerah pemukiman ke saluran makro dan sungai maka dilakukan pembangunan saluran baru, pendalaman saluran dan perbaikan saluran di daerah proyek. Saluran yang digunakan adalah tipe terbuka untuk mempermudah pemeliharaan. Perbaikan sistem drainase mikro diutamakan untuk daerah yang tidak menggunakan sistem terpisah (kampung inlet).

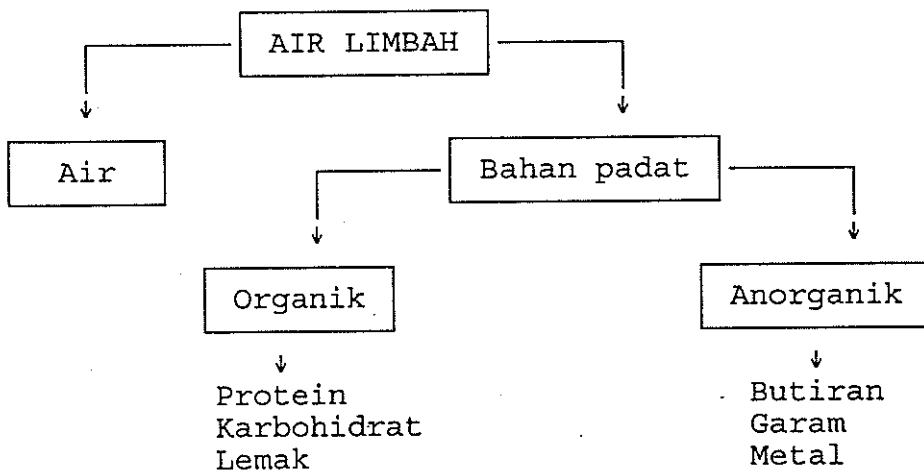
Bahan Organik

Bahan organik yang berasal dari limbah domestik, terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, minyak dan surfaktan. Secara umum bahan organik ini mengandung 40 - 60 persen protein, 25 - 50 persen karbohidrat dan 10 persen lemak dan minyak.

Bahan organik dalam ekosistem air akan terbentuk karena adanya proses anabolisme unsur hara oleh organisme primer dengan bantuan energi matahari yang kemudian diikuti proses kehidupan organisme sekunder serta adanya masukan bahan organik lain dari luar ekosistem (Jorgensen, 1980).

Kandungan bahan organik dalam perairan akan mengalami peningkatan, antara lain akibat air limbah rumahtangga, perkantoran, pertanian, industri, hujan dan aliran air permukaan (Jenkins, 1980): Sumber utama air limbah rumahtangga (domestik) berasal dari perumahan, daerah perdagangan dan daerah perkantoran.

Sesuai dengan sumber asalnya, maka air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi pada setiap tempat dan setiap saat. Akan tetapi, secara garis besar zat-zat yang terdapat di dalam air limbah dapat dikelompokkan seperti skema di bawah ini (Sugiarto, 1989).



Gambar 2. Skema pengelompokan bahan yang terkandung di dalam air limbah.

Secara khusus, air limbah rumah tangga yang berasal dari kamar mandi, WC yang berupa tinja dan urine mempunyai komposisi seperti tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi air limbah yang berasal dari kamar mandi dan WC

Uraian	Tinja	Urine
Jumlah per orang per hari (keadaan basah)	135 - 270 gr	1 - 1.31 gr
Jumlah per orang per hari (keadaan kering)	20 - 35 gr	0.5 - 0.7 gr
Uap air	66 - 80 %	93 - 96 %
Bahan organik	88 - 97 %	93 - 96 %
Nitrogen	5 - 7 %	15 - 19 %
Fosfor	3 - 5.4 %	2.5 - 5 %
Karbon	44 - 55 %	11 - 17 %

Sumber : Mara, 1976

Peningkatan kandungan bahan organik sering diikuti dengan meningkatnya unsur hara, bentuk-bentuk koloni fitoplankton lebih melimpah dan karena kegiatan biologik lebih intensif maka hasil dekomposisi berupa detritus organik dan bakteri juga tersedia (Morgan, 1980).

Proses peningkatan bahan organik dan unsur hara pada batas-batas tertentu akan meningkatkan produktivitas fitoplankton, namun apabila masukan tersebut melebihi kemampuan fitoplankton untuk memanfaatkannya, akan timbul permasalahan yang serius (Tonolli, 1976).

Suriaatmadja (1981), mengemukakan bahwa peningkatan bahan organik yang berlebihan akan membawa beberapa akibat misalnya : meningkatnya unsur kimia, perubahan nilai pH, turunnya kadar oksigen terlarut serta peningkatan aktivitas biologi yaitu proses dekomposisi yang selanjutnya menyebabkan terjadi perubahan-perubahan pada struktur dan kelimpahan fitoplankton. Peningkatan bahan organik dan unsur hara yang berlebihan, selanjutnya akan mengubah ekosistem perairan.

Fitoplankton Sebagai Indikator Biologi Perairan

Fitoplankton merupakan golongan plankton tumbuhan yang melayang dalam air dan tidak mampu menahan arus (Barnes, 1980). Fitoplankton mampu hidup di perairan manapun atau mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan perairan sebagai media dimana fitoplankton berada, terutama pada perairan yang tenang seperti kolam, danau dan waduk.

Menurut Welch dan Lindell (1980), fitoplankton yang hidup di air tawar terdiri dari lima kelompok besar yaitu fillum Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta dan Euglenophyta. Setiap jenis fitoplankton yang berada dalam lima kelompok besar tersebut mempunyai respon yang berbeda-beda terhadap kondisi perairan khususnya unsur hara, sehingga komposisi jenis fitoplankton bervariasi dari satu tempat ke tempat lain.

Sebagaimana organisme lainnya, pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungannya. Faktor fisika-kimia air dan tipe komunitas perairan merupakan faktor yang sangat menentukan. Cahaya matahari dan suhu merupakan kebutuhan fisiologis untuk pertumbuhan dan reproduksi, sedangkan sejumlah unsur hara dan bahan organik tertentu berperan terhadap

kelimpahan fitoplankton (Goldman dan Horne, 1983).

Dalam suatu penelitian fitoplankton sering dijumpai perbedaan baik jenis maupun jumlahnya pada daerah yang berdekatan, meskipun berasal dari massa air yang sama. Pada suatu perairan sering didapatkan kandungan fitoplankton yang sangat melimpah pada suatu stasiun, namun pada stasiun di dekatnya kandungan fitoplankton sangat sedikit (Davis, 1955). Menurut Mulligan (1969), fitoplankton di perairan berfungsi antara lain :

- (a). mengoksigenasi air.
- (b). mengubah zat anorganik menjadi zat organik.
- (c). sebagai makanan bagi zooplankton dan beberapa jenis ikan yang masih muda dan kecil.
- (d). kalau mati akan tenggelam ke dasar perairan sehingga mempertahankan unsur hara dalam air.

Bahan organik yang masuk ke dalam suatu perairan akan mempengaruhi produktivitas perairan, secara langsung atau tidak hal ini akan mempengaruhi kelimpahan dan keragaman zooplankton. Peningkatan beban masukan baik organik maupun anorganik erat kaitannya dengan proses eutrofikasi dari suatu badan air. Eutrofikasi pada hakekatnya adalah perubahan suatu badan air secara bertahap dari keadaan miskin hara (oligotrofik) menjadi kaya unsur hara (eutrofik). Eutrofikasi ada dua macam,

yaitu eutrofikasi alami yang merupakan proses alamiah sejalan dengan pertambahan umur dari badan air, yang kedua adalah eutrofikasi kultural yang disebabkan karena campur tangan manusia ke dalam badan air tersebut.

Secara umum konsekuensi dari adanya proses eutrofikasi pada suatu ekosistem perairan adalah meningkatnya daya dukung perairan terhadap fitoplankton, diduga biomassa zooplankton akan turut meningkat pula. Akan tetapi peningkatan biomassa fitoplankton tidak selalu meningkatkan biomassa zooplankton. Biomassa zooplankton ditentukan oleh kualitas dan produktivitas fitoplankton yang dapat dimanfaatkan sebagai makanannya. Prosentase fitoplankton yang dapat dimanfaatkan oleh zooplankton sebagai sumber makanan di danau oligotrofik lebih tinggi bila dibandingkan dengan di danau eutrofik, walaupun biomas total fitoplankton di danau eutrofik jauh lebih tinggi. Sehingga keadaan ini menyebabkan hubungan antara produktivitas primer dan sekunder di perairan eutrofik tidak lagi efisien. Hal ini akan dapat dimengerti karena umumnya zooplankton menghindari kelompok Cyanophyta yang kadang-kadang melimpah atau mendominasi di perairan eutrofik, sebab cangkangnya keras bahkan ada yang beracun (Morgan, 1980).

Didominasinya perairan oleh beberapa jenis fitoplankton karena kepekaan jenis fitoplankton tersebut terhadap faktor-faktor lingkungan, akan menentukan kelimpahan fitoplankton di perairan tersebut. Penyebaran dan kepadatan fitoplankton di suatu perairan tergantung pada sifat perairan tersebut.

Sifat atau mutu suatu perairan menurut Wardoyo (1977) dapat diketahui dengan pendugaan terhadap parameter fisika, kimia dan biologi. Dalam pendugaan terhadap parameter biologi dapat digunakan beberapa metode penetapan indeks biologi misalnya, Indeks Keragaman, Indeks Keseragaman, Indeks Dominansi dan Koefisien Saprobik.

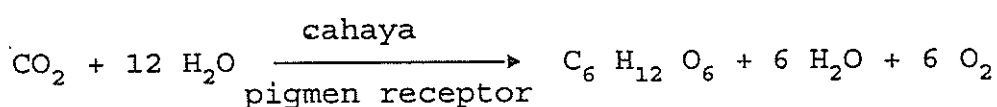
Pengukuran Koefisien Saprobik terutama dilakukan pada perairan yang mengalami pencemaran bahan organik (Suwignyo et al, 1986). Mengingat kondisi perairan waduk Setiabudi yang diduga didominasi oleh bahan organik maka pengukuran Koefisien Saprobik diharapkan dapat memberikan informasi kualitas waduk Setiabudi.

Produktivitas Primer

Fitoplankton merupakan produsen primer terpenting dalam ekosistem perairan. Salah satu peran fitoplankton

di perairan adalah mengubah zat-zat anorganik menjadi organik dengan bantuan cahaya matahari melalui proses fotosintesis yang hasilnya disebut produksi primer. Produktivitas primer merupakan sumber pokok energi bagi proses metabolik yang terjadi dalam biosfer, di ekosistem akuatik sebagian besar produktivitas primer dilakukan oleh fitoplankton (Wetzel, 1983). Produktivitas primer fitoplankton ini merupakan salah satu dari sebagian besar sumber penting dalam pemasukan energi di air tawar. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi primer, dapat juga diartikan sebagai laju fotosintesis ini antara lain : cahaya matahari, suhu, unsur hara serta struktur komunitas dan kelimpahan fitoplankton yang mampu beradaptasi di ekosistem perairan habitatnya.

Reaksi fotosintesis secara sederhana dapat diringkas dalam persamaan umum sebagai berikut :



Dalam proses ini energi cahaya diserap oleh pigmen fotosintetik terutama klorofil dan dengan adanya CO_2 , air dan zat hara akan dihasilkan senyawa organik yang mempunyai potensi kimiawi yang tinggi dan disimpan dalam sel. Potensi energi ini kelak dapat digunakan oleh

tumbuhan untuk respirasi, pertumbuhan dan berbagai proses fisiologi lainnya.

Dalam pengukuran penentuan produktivitas primer di perairan ada beberapa metode yang dapat digunakan, salah satu diantaranya metode oksigen botol gelap-botol terang. Prinsip kerja ini adalah mengukur perubahan kandungan oksigen dalam botol terang dan botol gelap yang berisi contoh air setelah diinkubasi dalam jangka waktu tertentu pada perairan yang mendapat sinar matahari. Pada botol terang terjadi proses fotosintesis dan respirasi, sedangkan dalam botol gelap terjadi respirasi. Dengan asumsi bahwa respirasi dalam ke dua botol itu sama, maka perbedaan kandungan oksigen pada botol terang dan botol gelap pada akhir percobaan menunjukkan produktivitas primer kotor. Perbedaan antara kandungan oksigen pada botol terang dan botol awal yang tidak diinkubasi, menunjukkan produktivitas bersih. Satuan produktivitasnya masih dalam oksigen per satuan waktu. Produktivitas dalam satuan karbon kemudian dijabarkan dengan menggunakan faktor koreksi (Mann, 1960 dan Boyd, 1981).

Parameter Fisika-Kimia Air

Secara langsung ataupun tidak langsung, sifat fisika air akan mempengaruhi sifat kimia dan biologis perairan serta nilai guna perairan. Beberapa parameter fisika-kimia seperti penetrasi cahaya matahari, suhu, unsur hara, oksigen terlarut dan pH dapat mempengaruhi kehidupan fitoplankton.

Cahaya Matahari

Fitoplankton sebagai produser primer di perairan, memerlukan cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Oleh karena itu penetrasi cahaya matahari ke dalam air akan menentukan produktivitas primer suatu perairan (Boyd, 1981). Hubungan antara intensitas cahaya dan laju fotosintesis mempunyai pola umum seperti terlihat pada Gambar 3 a (Fogg, 1980).

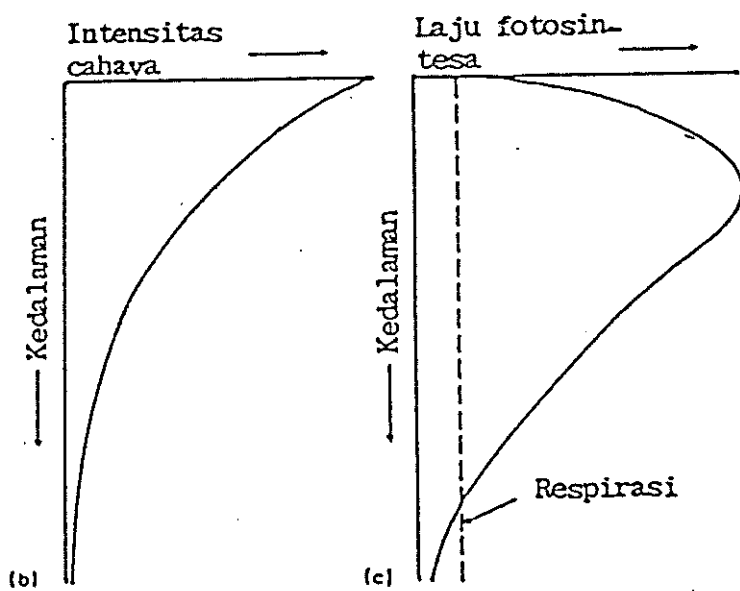
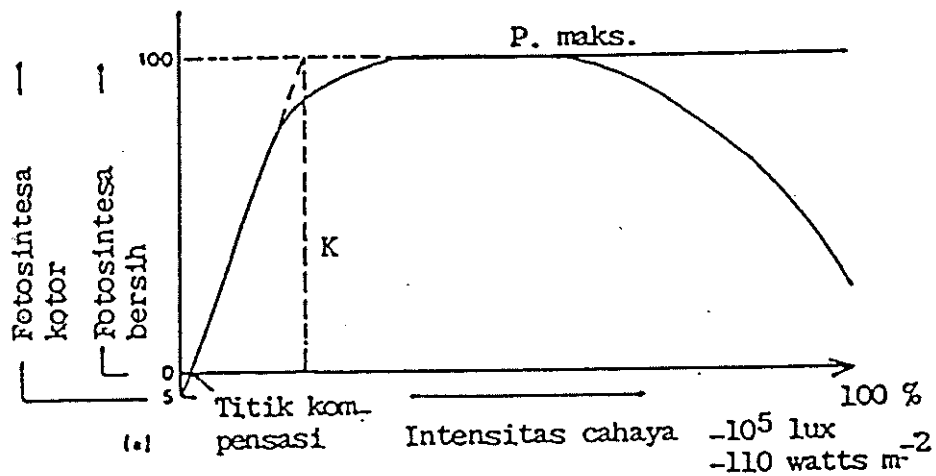
Dalam suatu perairan, fotosintesis meningkat sejalan dengan meningkatnya intensitas cahaya. Fotosintesis maksimum akan dicapai pada intensitas cahaya yang optimal. Pada saat laju fotosintesis mencapai titik maksimal, maka reaksi enzimatik yang lebih banyak menentukan. Intensitas cahaya yang sangat

kuat merupakan penghambat (*photoinhibition*) bagi laju fotosintesis (Fogg, 1980).

Penetrasi cahaya ke dalam perairan, akan memudar secara eksponensial, seperti terlihat pada Gambar 3b. Model sebaran vertikal kemampuan fotosintesis dapat dilihat pada Gambar 3c. Dari gambar tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Fotosintesis di lapisan permukaan perairan adalah kecil, karena pengaruh intensitas cahaya yang kuat.
2. Pada kedalaman tertentu, yaitu pada saat intensitas cahaya optimal, fotosintesis mencapai titik maksimal.
3. Makin dalam perairan, pada saat intensitas cahaya berkurang, makin berkurang pula laju fotosintesisnya.
4. Kedalaman titik kompensasi yang menunjukkan ketebalan zona eufotik adalah perpotongan antara kurva fotosintesis dan respirasi.

Energi cahaya yang dapat menembus perairan inilah yang diserap klorofil fitoplankton untuk reaksi fotosintesis. Besarnya energi cahaya pada berbagai kedalaman ini akan menyebabkan perubahan struktur komunitas dan kelimpahan fitoplankton.



Gambar 3. (a) Hubungan antara Intensitas Cahaya dengan Laju Fotosintesis
 (b) Penetrasi Cahaya Ke Dalam Perairan
 (c) Sebaran Vertikal Kemampuan Fotosintesis Pada Fitoplankton (Fogg, 1980)

Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor abiotik yang memegang peranan penting bagi kehidupan fitoplankton. Di dalam perairan, suhu dapat mempengaruhi produktivitas primer perairan, baik melalui pengaruhnya secara langsung ataupun tidak langsung. Pada perairan tropik suhu relatif tinggi ($> 25^{\circ} \text{C}$) sepanjang tahun dengan demikian suhu relatif stabil dan umumnya jarang menunjukkan gejala stratifikasi.

Pengaruh suhu secara langsung, yaitu yang masih dapat ditolerir oleh fitoplankton, akan diikuti dengan kenaikan derajat metabolisme dan aktifitas fotosintesis. Dengan demikian suhu ini erat kaitannya dengan pembentukan produktivitas primer di suatu perairan (Schwoerbel, 1987).

Adapun pengaruh perubahan fisiologis suhu terhadap produksi fitoplankton ada dua kemungkinan yaitu pengaruh jangka pendek adalah beberapa jenis fitoplankton dapat beradaptasi dan mungkin terjadi penurunan produksi bila perubahan suhu sangat besar. Sedangkan pengaruh jangka panjang, ada jenis yang dapat beradaptasi dan jenis tersebut pertumbuhannya optimum

pada suhu yang baru, sehingga menjadi dominan di perairan.

Unsur Hara

Fitoplankton membutuhkan berbagai unsur untuk pertumbuhannya. Beberapa unsur ini dibutuhkan dalam jumlah relatif besar dan disebut hara makro misalnya C, H, O, N, P, S, K, Mg, Ca, Na dan Cl dan ada pula yang dibutuhkan relatif sedikit, disebut hara mikro seperti Fe, Mn, Cu, Zn, B, Si, Mo, V dan Co (Reynold, 1984). Di antara unsur hara ini, N dan P biasanya sering menjadi faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton di perairan alami (Welch dan Lindell, 1980) dan biasanya menjadi penentu blooming apabila hara ini di perairan berlebihan (Sellers dan Markland, 1987).

Unsur hara yang efektif bagi pertumbuhan fitoplankton adalah dalam bentuk senyawa fosfor inorganik (ion ortofosfat), meskipun dalam keadaan tertentu dapat pula memperoleh dari fosfor organik terlarut.

Di perairan alami fosfat biasanya menjadi faktor pembatas utama bagi pembentukan produktivitas primer perairan (Liaw, 1969). Tinggi rendahnya kandungan

fosfat dalam perairan merupakan pendorong terjadinya dominasi fitoplankton tertentu, seperti yang dikemukakan oleh Prowse (1962) yaitu perairan dengan kandungan fosfat rendah (0.00 - 0.02 ppm) akan didominasi oleh Diatomae; pada kadar sedang (0.02 - 0.05 ppm) didominasi oleh Chlorophyta dan pada kadar tinggi (lebih dari > 0.10 ppm) didominasi oleh jenis Cyanophyta.

Selanjutnya Yoshimura dalam Liaw (1969) membagi tipe perairan sebagai berikut :

- (a). Perairan dengan tingkat kesuburan rendah memiliki kandungan fosfat kurang dari 0.020 ppm.
- (b). Perairan dengan tingkat kesuburan cukup subur memiliki kandungan fosfat 0.021 - 0.050 ppm...
- (c). Perairan dengan tingkat kesuburan tinggi memiliki kandungan fosfat 0.051 - 1.000 ppm.

Selain fosfat, nitrogen (N) juga merupakan unsur penting dalam proses pembentukan protoplasma. Di dalam air, nitrogen biasanya berada dalam bentuk gas N_2 yang segera berubah menjadi senyawa lain yaitu nitrit, nitrat, ammonium, ammonia.

Menurut Mackentum (1969) kadar nitrat yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton berkisar antara 3.9 - 15.5 ppm. Sedangkan nitrat kurang dari 0.114 ppm akan menyebabkan nitrat menjadi faktor pembatas.

Berdasarkan ketentuan Welch dan Lindell (1980), perbandingan antara P dan N dapat menentukan tingkat kesuburan suatu perairan. Perairan eutrofik dicirikan oleh rasio N/P lebih kecil dari 16/1, sedangkan perairan oligotrofik rasio N/P lebih besar atau sama dengan 16/1.

Selain itu Reynolds (1984) mengemukakan pula bahwa, jika rasio N/P lebih besar dari 15/1, maka perairan dibatasi oleh unsur P, sedangkan rasio N/P lebih kecil dari 15/1 maka perairan dibatasi unsur N.

Oksigen Terlarut dan pH

Sumber oksigen di perairan berasal dari difusi udara, fotosintesis fitoplankton, tanaman air dan aliran yang masuk (Morgan, 1980). Oksigen merupakan salah satu unsur yang penting di perairan alami yaitu sebagai pengatur proses-proses metabolisme komunitas serta sebagai indikator kualitas perairan. Selain itu kandungan oksigen terlarut di perairan dapat memberikan petunjuk tentang tingginya produktivitas primer suatu perairan (Nielsen, 1979). Clark (1977) menambahkan bahwa peningkatan produktivitas primer hasil proses fotosintesis sebanding dengan jumlah oksigen yang dihasilkan.

Sedangkan nilai pH menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Di dalam air, pH dipengaruhi oleh kapasitas penyangga yaitu adanya garam-garam karbonat dan bikarbonat (Boyd, 1981). pH sering pula dipakai sebagai petunjuk untuk menyatakan baik buruknya keadaan air sebagai lingkungan hidup, walaupun baik buruknya suatu perairan itu tergantung pula dari berbagai faktor lain. Air yang agak basa dapat mendorong proses pembongkaran bahan organik yang ada dalam air menjadi mineral-mineral yang dapat diasimilasikan oleh tumbuh-tumbuhan, sehingga pH ikut berperan dalam menentukan produktivitas primer perairan (Soeseno, 1974).

Selanjutnya Pescod (1974) menyatakan organisme air mempunyai batas toleransi yang bervariasi terhadap pH perairan. Hal ini tergantung pada suhu air, oksigen terlarut dan adanya berbagai anion dan kation serta jenis stadium organisme. Ray dan Rao (1964) menjelaskan bahwa pH optimal untuk perkembangan diatom adalah antara 8.0 - 9.0. Diatom mulai berkurang perkembangannya pada nilai pH antara 4.6 - 7.5, namun demikian pada kisaran pH tersebut masih didapatkan pula berbagai jenis diatom.

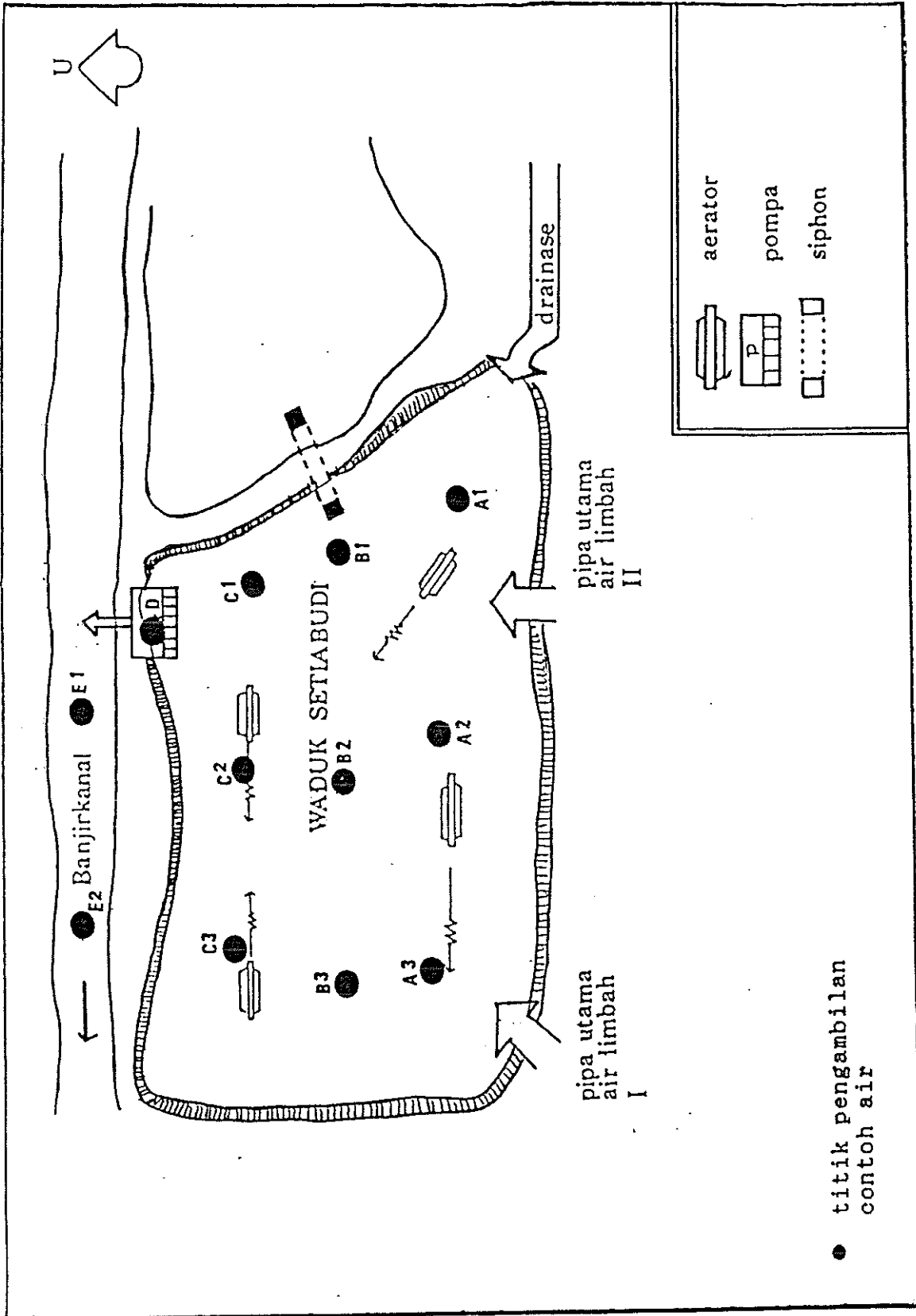
BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perairan waduk Setia-budi Barat yang merupakan waduk penampung air limbah dari penduduk Kecamatan Setiabudi, Manggarai dan Tebet, Jakarta Selatan.

Penempatan titik-titik pengambilan contoh air dan fitoplankton dilakukan atas dasar studi pendahuluan yaitu secara (1). transek horizontal berdasarkan pada air masuk, air keluar dan arus air, (2). transek vertikal berdasarkan kedalaman (0.5 m , 1.5 m), untuk penetapan produktivitas primer. Secara jelas lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.

Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Juli 1992 sampai bulan Agustus 1992. Analisis contoh air, dilakukan di Laboratorium Badan Pengelola Air Limbah (BPAL) DKI Jakarta. Analisis fitoplankton dilakukan di Laboratorium Fakultas Biologi Universitas Nasional Jakarta.



Gambar 4. Lokasi Pengambilan Contoh Air

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah contoh air dan fitoplankton, yang diambil dari stasiun yang telah ditentukan di waduk Setiabudi.

Alat untuk mengambil contoh air adalah Kemmerer water sampler berkapasitas 1.30 liter, sedangkan untuk pengambilan fitoplankton adalah jaring plankton nomor 25. Secara rinci alat yang digunakan untuk mengukur parameter fisika-kimia dan biologi tertera pada Tabel 3.

Metode Penelitian

Metode Pengambilan Contoh

Penelitian dilakukan pada waktu proses fotosintesis fitoplankton aktif berlangsung. Menurut Marra dan Heineman (1982), fotosintesis mulai aktif pagi hari dan meningkat sampai siang hari, kemudian menurun menjelang sore hari. Atas dasar hal tersebut maka penelitian dilaksanakan mulai pukul 09.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB.

Pengamatan dilaksanakan selama empat minggu. Pengambilan contoh dilakukan satu minggu sekali, pada

Tabel 3. Parameter-parameter, Metode dan Alat yang Digunakan Dalam Analisis Kualitas Air Selama Penelitian Di Waduk Setiabudi

Parameter yang diukur	Satuan	Metode Analisis Pengukuran	Alat	Lokasi
FIKSIK				
Temperatur	C	Pembacaan Skala	Thermometer	In situ
Resistivitas Elektrik		Elektroda Pt	YSI Model 33	
Konduktivitas Hantar Listrik	umhoss/cm	Konduktivitas Sel	SCT Meter	In situ
Turbiditas	NTU	Metode Nephelometri	Turbidimeter Model HD 2	Laboratorium
Transparansi (kekeruhan)	cm	Penetrasi Cahaya	Secchi disk	In situ
Padatan Tersuspensi (S)	mg/l	Gravimetrik	Penyaring millipore	Laboratorium
KIMIA				
pH	-	Potensiometrik elektroda hidrogen	pH meter	In situ
Nitrat	mg/l	Metode Brusin	Spektrofotometer	Laboratorium
Fosfat (ortofosfat)	mg/l	Metode Stanus Chlorida	Spektrofotometer	Laboratorium
Dissolved Oxygen (DO)	mg/l	Metode Winkler	Buret	Laboratorium
Biochemical Oxygen Demand (BOD5)	mg/l	Metode Winkler	Buret	Laboratorium
Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/l	Titration dengan K ₂ Cr ₂ O ₇ + Feroin	Buret	Laboratorium
Total Organic Carbon (TOC)	mg/l	Permanganometri	Buret	Laboratorium
BIOLOGI				
Fitoplankton	10 /sel	Pencacahan dan Perhitungan	Mikroskop	Laboratorium
Produktivitas Primer	mgC/m ³ /jam	Botol Gelap-Botol Terang	Buret	Laboratorium

stasiun-stasiun yang telah ditentukan seperti terlihat pada Gambar 4.

Fitoplankton diambil pada lapisan air kedalaman 0.5 meter. Hasil saringan sebanyak 25 ml dimasukkan ke dalam botol-botol contoh, diberi bahan pengawet atau preservasi sesuai dengan keperluan analisis seperti terlihat pada Tabel 4. Selanjutnya botol-botol contoh dimasukkan ke dalam kotak yang gelap dan dingin, sesuai dengan anjuran APHA (1981).

Tabel 4. Penyimpanan dan Pengawetan Contoh Air

Parameter yang Diperiksa	Bahan Pengawet	Suhu	Interval Waktu
Ortofosfat	-	4°	12 jam
Nitrat	-	4°	12 jam
TOM	-	4°	12 jam
Oksigen terlarut	KI alkali 1 ml MnSO ₄ 1 ml	-	6 jam
Fitoplankton	MAF 4% Gliserin 20 %	-	1 bulan
Produktivitas Primer	-	-	5 jam

Metode Pengukuran Parameter

Parameter yang diukur meliputi fisika-kimia air, dan fitoplankton. Secara terperinci parameter-parameter yang diukur tertera pada Tabel 3.

Metode Analisis

Analisis Struktur Komunitas Fitoplankton

Untuk menunjang interpretasi data hasil pemeriksaan fisika-kimia air dan untuk mengetahui gambaran kondisi lingkungan perairan yang lebih tepat, dilakukan analisis struktur komunitas fitoplankton seperti dibawah ini.

Analisis Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton dinyatakan dalam jumlah sel per liter. Untuk menghitungnya digunakan persamaan sebagai berikut (Modifikasi APHA, 1981) :

$$N = \frac{1}{V_d} \times \frac{J_a}{J_b} \times \frac{V_t}{V_s} \times F$$

Keterangan :

- N = Kelimpahan fitoplankton (sel x 10⁵ /liter)
 Vd = Volume air yang disaring (liter)
 Vt = Volume air yang tersaring (ml)
 Vs = Volume air pada Sedgwick-rafter (ml)
 Ja = Jumlah total strip pada dasar Sedgwick-rafter
 Jb = Jumlah strip yang dianalisa pada Sedgwick-rafter
 F = Jumlah fitoplankton yang tercacah (terlihat)

Analisis Keragaman

Untuk menganalisis keragaman fitoplankton digunakan indeks keragaman Shannon-Weaver. Keragaman adalah ke-heterogenan yang terdapat pada genera dari individu yang diambil secara acak dari suatu populasi. Semakin banyak terdapat jenis, maka semakin besar pula keheterogenannya. Besar indeks keragaman (H') dirumuskan sebagai berikut. (Shannon dan Weaver, 1963 dalam Legendre dan Legendre, 1983):

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

Keterangan : H' = Indeks Keragaman Shannon-Weaver

$$P_i = n_i / P$$

n_i = Jumlah individu jenis ke- i

N = Jumlah total individu

Nilai H' berkisar antara $0 - \infty$, dengan kriteria :

- $H' < 1.0$: keragaman populasi kecil
 H' antara $1.0 - 3.0$: keragaman populasi sedang
 $H' > 3.0$: keragaman populasi besar

Nilai H' akan maksimum jika semua spesies menyebar secara homogen, yaitu :

$$H' \text{ maks} = \log_2 S$$

Keterangan : S = Jumlah jenis

Analisis Keseragaman Populasi

Keseragaman suatu populasi (E) dapat dihitung dengan rumus (Legendre dan Legendre, 1983) :

$$E = \frac{H'}{H' \text{ maks}}$$

Keterangan : E = indeks keseragaman

H' = indeks keragaman Shannon-Weaver

Nilai keseragaman suatu populasi (E) berkisar antara 0 sampai 1. Semakin kecil nilai E (mendekati 0), akan semakin kecil keseragaman suatu populasi. Berarti penyebaran jumlah individu setiap jenis tidak sama, ada

kecenderungan terjadi dominansi oleh jenis-jenis tertentu. Semakin besar nilai E (mendekati 1), menunjukkan keseragaman populasi yang tinggi, jumlah individu setiap jenis dapat dikatakan sama atau tidak jauh berbeda. Untuk memperkuat perhitungan indeks Keseragaman digunakan indeks Dominansi Simpson (D) (Odum, 1983) sebagai berikut :

$$D = \sum (p_i)^2 = \sum (n_i/N)^2$$

Keterangan:

D = indeks dominansi

n_i = jumlah individu pada jenis ke-i

N = jumlah seluruh individu ($\sum n_i$)

Indeks Kualitas Lingkungan

Indeks Kualitas Lingkungan (IKL) merupakan suatu nilai untuk menentukan kualitas suatu perairan, perhitungannya berdasarkan modifikasi dari Metode National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI) (Ott, 1978), dengan rumus sebagai berikut :

$$IKL = \sum_{i=1}^n W_i I_i$$

Keterangan :

IKL = Indeks Kualitas Lingkungan, skala 0 - 100

W_i = Nilai kepentingan parameter ke-i
(lihat Tabel 5).

I_i = Nilai sub-indeks dari kurva baku parameter ke-i
(lihat Gambar Lampiran 3.a - 3h)

Tabel 5. Modifikasi Nilai Kepentingan Parameter
(NKP) (Ott, 1978)

Nomor	Parameter	NKP
1.	Oksigen terlarut	0.18875
2.	pH	0.13875
3.	BOD ₅	0.11875
4.	Nitrat	0.11875
5.	Fosfat	0.11875
6.	Suhu	0.11875
7.	Kekeruhan	0.09875
8.	TDS	0.09875

Selanjutnya kriteria penentuan Indeks Kualitas Lingkungan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kriteria Indeks Kualitas Lingkungan Berdasarkan NSF-WQI (Ott, 1978)

Indeks Kualitas Lingkungan (IKL)	Tingkat Kualitas Lingkungan
0 - 25	Sangat buruk
26 - 50	Buruk
51 - 70	Sedang
71 - 90	Baik
91 - 100	Sangat baik

Selain itu untuk mengetahui tingkat pencemaran waduk Setiabudi digunakan perhitungan Koefisien Saprobik (X), modifikasi Dresscher dan Van der Mark (1974), dengan persamaan sebagai berikut :

$$X = \frac{C + 3D - B - 3A}{A + B + C + D}$$

Keterangan : X = Koefisien Saprobik, berkisar antara -3.0 - 3.0

- A = Jumlah kelompok jenis Cyanophyta
- B = Jumlah kelompok jenis Euglenophyta
- C = Jumlah kelompok jenis Chrysophyta
- D = Jumlah kelompok jenis Chlorophyta

Hubungan tingkat pencemaran perairan dengan Koefisien Saprofik dibagi menjadi lima tingkat yang disajikan pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Hubungan Antara Koefisien Saprofik (X), Tingkat Pencemaran, Fase Saprofik dan Bahan Pencemar

Bahan Pencemar	Tingkat Pencemar	Fase Saprofik	Koefisien Saprofik
BAHAN ORGANIK	sangat berat	Polysaprofik	-3.0 - -2.0
	berat	Poly/Mesosaprofik	-2.0 - -0.5
	cukup berat	Meso/Polysaprofik	-1.5 - -1.0
	berat	Mesosaprofik	-1.0 - -0.5
BAHAN ORGANIK dan ANORGANIK	sedang	Mesosaprofik	-0.5 - 0.0
		Mesosaprofik	0.0 - 0.5
		Mesosaprofik	0.5 - 1.0
		Meso/Oligosaprofik	1.0 - 1.5
BAHAN ORGANIK dan ANORGANIK	sangat ringan	Oligo/Mesosaprofik	1.5 - 2.0
	ringan	Oligosaprofik	2.0 - 3.0

Indeks Similaritas Bray-Curtis dan Canberra

Untuk melihat kesamaan antar stasiun pengamatan berdasarkan parameter fisika-kimia air dan keragaman jenis fitoplankton, dilakukan analisis pengelompokan menggunakan Indeks Similaritas Canberra dan Indeks Similaritas Bray-Curtis. Nilai yang diperoleh dikelompokkan dengan menggunakan sidik gerombol hirarki metode rata-rata ikatan kelompok, lalu dibuat dendrogramnya.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Lance dan William dalam Clifford dan Stephenson, 1975) :

$$IC = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{(X_{1j} - X_{2j})}{(X_{1j} + X_{2j})}$$

Keterangan:

IC = Indeks Canberra

n = jumlah parameter

X_{1j} dan X_{2j} = nilai parameter ke-j pada dua tempat yang berbeda

$$IB = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{1j} - X_{2j})}{\sum_{j=1}^n (X_{1j} + X_{2j})}$$

Keterangan :

IB = Indeks Bray-Curtis

n = jumlah parameter

X_{1j} dan X_{2j} = nilai parameter ke-j pada dua tempat yang berbeda

Analisis Penetapan Produktivitas Primer

Penetapan produktivitas primer dilakukan dengan menggunakan metode oksigen, memakai botol gelap-botol terang. Dalam metode ini yang diukur adalah perubahan kandungan oksigen dengan menggunakan dua buah botol yang identik. Sebuah botol sepenuhnya tembus cahaya (bening), sedangkan botol yang lain tidak tembus cahaya (gelap).

Perhitungan fotosintesis kotor dan fotosintesis bersih dapat dilakukan menurut persamaan sebagai berikut (Umaly dan Cuvin, 1988) :

$$\text{Fotosintesis kotor} = \frac{[(O_2 \text{ BT}) - (O_2 \text{ BG})] (1000)}{(PQ) (t)}$$

(mg C/m² /jam)

$$\text{Fotosintesis bersih} = \frac{[(O_2 \text{ BT}) - (O_2 \text{ BA})] (1000)}{(PQ) (t)}$$

(mg C/m² /jam)

Keterangan : O₂ = oksigen terlarut (mg/l)

BT = botol terang

BG = botol gelap

BA = botol awal (initial)

PQ adalah quotient fotosintetik

$$= \frac{\text{molekul O}_2 \text{ yang dibebaskan selama fotosintesis}}{\text{molekul CO}_2 \text{ yang diasimilasikan}}$$

RQ adalah quotient respirasi

$$= \frac{\text{molekul CO}_2 \text{ yang dilepas selama respirasi}}{\text{molekul O}_2 \text{ yang dikonsumsi}}$$

Nilai PQ dan RQ untuk masing-masing jenis fitoplankton berbeda-beda. Rata-rata nilai PQ dan RQ untuk semua jenis fitoplankton adalah PQ = 1.2 dan RQ = 1.0 dengan asumsi bahwa aktivitas metabolisme sebagian besar disebabkan oleh komunitas fitoplankton. Produktivitas sebagai laju produksi, secara umum dilaporkan dalam satuan gram C per meter persegi per hari. Produksi kotor atau bersih dihitung untuk setiap kedalaman.

$$= \text{mg C/m}^2 = \text{mg O}_2 / \text{liter} \times \frac{12}{32} \times 1000$$

Produktivitas satu meter persegi kolom air ditentukan oleh potongan dari setiap pencahayaan kedalaman dan secara grafik dengan mengintegrasikan area menurut kurva produktivitasnya.

Analisis Statistik

Untuk mengetahui hubungan antara kualitas fisika-kimia air dengan fitoplankton dan produktivitas primer, dilakukan uji statistik menggunakan Regresi Linier Berganda (Steele dan Torrie, 1980). Sebagai peubah bebas, kualitas fisika-kimia air dan sebagai peubah terikat, fitoplankton dan produktivitas primer. Persamaan fungsi regresinya adalah sebagai berikut :

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + \dots + b_n X_n + e$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Sebagai penduganya :

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n + e_i$$

Keterangan :

Y = peubah terikat

Xn = peubah bebas

b = koefisien regresi

Untuk menguji ketelitian interaksi antara faktor-faktor fisika-kimia air dengan fitoplankton dan produktivitas primer, dilakukan penghitungan koefisien korelasi (r).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Fisika dan Kimia Air Waduk Setiabudi

Secara lengkap hasil penelitian terhadap parameter fisika-kimia air selama empat periode pengamatan pada tiap-tiap stasiun penelitian di waduk Setiabudi disajikan pada Tabel Lampiran 1. Dari hasil keseluruhan tampak bahwa kualitas air waduk Setiabudi setelah mengalami pengolahan secara aerasi terdapat penurunan kadar bahan-bahan organik yang terkandung di dalamnya. Parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut :

Kualitas Fisika Air Waduk Setiabudi

Fluktuasi suhu tampak tidak besar berkisar antara 29.7°C - 31.5°C . Secara berturut-turut, pada periode pertama berkisar antara 30.3°C - 31.4°C , pada periode ke dua berkisar antara 30.2°C - 31.5°C , periode ke tiga antara 30°C - 32°C dan periode ke empat antara 29.7°C - 31.3°C (Tabel Lampiran 1). Nilai suhu memperlihatkan angka yang relatif tinggi, hal ini sesuai dengan perairan daerah tropik yang mempunyai suhu tinggi ($> 25^{\circ}\text{C}$) sepanjang tahun.

Suhu air berperan penting dalam mengatur aktivitas

metabolisme bagi pertumbuhan suatu organisme. Perkembangan dan pertumbuhan organisme air dapat terhambat atau cepat tergantung pada suhu sekitarnya. Kisaran suhu di waduk Setiabudi menunjukkan bahwa suhu masih dapat mendukung kehidupan 44 jenis fitoplankton (Tabel Lampiran 3) karena masih berada dalam kisaran optimum pertumbuhan fitoplankton. Ray dan Rao (1964) menyatakan bahwa suhu antara 20°C - 30°C merupakan suhu optimal bagi pertumbuhan fitoplankton.

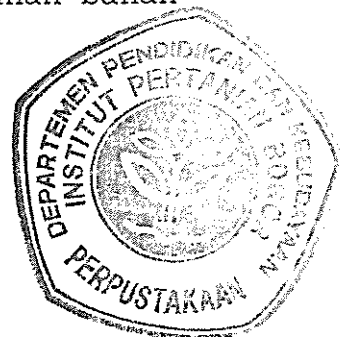
Nilai daya hantar listrik (DHL) dipengaruhi oleh jumlah padatan terlarut di dalam air. Semakin tinggi padatan terlarut di dalam air maka semakin tinggi pula nilai DHL (Saeni, 1989).

Hasil pengukuran daya hantar listrik pada setiap stasiun penelitian selama penelitian berkisar antara 215 - 640 $\mu\text{mhoss/cm}$. Pada periode pertama berkisar antara 300 - 580 $\mu\text{mhoss/cm}$, periode ke dua 310 - 640 $\mu\text{mhoss/cm}$, periode ke tiga antara 310 - 570 $\mu\text{mhoss/cm}$ dan periode ke empat antara 215 - 640 $\mu\text{mhoss/cm}$. Pada Tabel Lampiran 1 terlihat bahwa di stasiun A1 sampai C3 kandungan DHL lebih tinggi dibandingkan stasiun D, E1 dan E2. Rendahnya nilai DHL di stasiun D karena stasiun ini merupakan effluent dari air waduk Setiabudi, yang telah mengalami proses aerasi. Jika

dilihat dari kualitas air yang masuk (influent) (Tabel Lampiran 2), cenderung mengalami penurunan, tetapi Pescod (1973) dalam Wardoyo (1977) menyarankan agar kandungan DHL di perairan tidak lebih dari 500 $\mu\text{mhos/cm}$.

Telah dijelaskan di atas bahwa nilai daya hantar listrik berkaitan dengan nilai padatan terlarut (TDS). Pada Tabel Lampiran 1 terlihat, nilai TDS selama empat periode pengamatan mempunyai nilai berkisar antara 101 - 309 mg/l, berturut-turut pada periode pertama berkisar antara 101 - 270 mg/l, periode ke dua antara 150 - 282 mg/l, periode ke tiga antara 139 - 281 mg/l dan periode ke empat antara 130 - 309 mg/l. Jika diperhatikan, nilai TDS mempunyai pola kecenderungan yang sama dengan DHL. Secara keseluruhan nilai TDS pada stasiun D lebih kecil dibandingkan dengan nilai TDS pada stasiun lainnya di dalam waduk. Hal ini berarti air yang masuk mengalami perubahan akibat proses aerasi.

Turbiditas atau kekeruhan merupakan suatu ukuran banyaknya bahan-bahan tersuspensi yang terdapat di dalam air, seperti senyawa-senyawa organik, fitoplankton dan mikroorganisme lainnya. Kekeruhan yang terjadi di waduk Setiabudi terutama berasal dari bahan-bahan



organik hasil penguraian limbah domestik, di samping mikroorganisme-mikroorganismewe yang hidup di perairan ini.

Hasil pengukuran parameter kekeruhan selama penelitian berkisar antara 35 - 82 NTU (Tabel Lampiran 1), berturut-turut pada periode pertama berkisar antara 50 - 74 NTU, periode ke dua berkisar antara 35 - 80 NTU, periode ke tiga berkisar antara 48 - 81 NTU dan periode ke empat antara 42 - 82 NTU. Dari nilai-nilai yang didapat tampak fluktuasi nilai kekeruhan pada empat periode pengamatan relatif kecil, sedangkan antar stasiun pengamatan tampak bahwa nilai kekeruhan cenderung lebih rendah di stasiun D karena merupakan effluent air waduk Setiabudi yang telah mengalami proses aerasi. Dengan demikian dapat dipahami bahwa kisaran nilai kekeruhan di waduk Setiabudi cukup tinggi dan menampilkan fisik yang kurang layak dari segi estetika. Di Stasiun E1 dan E2 tampak bahwa nilai kekeruhan lebih tinggi dari stasiun D, hal ini disebabkan karena sungai Banjir Kanal sepanjang alirannya banyak membawa sampah-sampah padat (plastik, kertas-kertas) ataupun erosi dari bantaran disepanjang sungai.

Kecerahan pada setiap stasiun penelitian relatif sama yaitu selama empat periode pengamatan berkisar

antara 26 - 37 cm (Tabel Lampiran 1). Kecerahan mempunyai arti penting bagi fitoplankton karena dapat memberikan indikasi tebalnya zona eufotik yang efektif untuk melaksanakan proses fotosintesis. Tebalnya zona eufotik dapat diduga secara kasar yaitu sebesar tiga kali kedalaman cakram Secchi (Strickland, 1960). Oleh karena itu zona eufotik di waduk Setiabudi setiap stasiun penelitian mempunyai ketebalan hampir sama dengan kata lain cahaya matahari menembus pada ketebalan yang sama pada setiap kolom air.

Bila dilihat dari matriks korelasinya (Lampiran 8 - 11), terdapat hubungan yang sangat nyata antara TDS, DHL dan kekeruhan. Hal ini menjelaskan adanya saling keterkaitan antara satu dengan lainnya yaitu banyaknya zat terlarut akan menaikkan pula kandungan ion-ion di dalam perairan, sehingga menyebabkan tingginya nilai kekeruhan.

Selanjutnya matriks korelasi antara suhu dan kecerahan tidak memperlihatkan hubungan yang nyata, hal ini disebabkan karena besarnya suhu dan kecerahan hampir mempunyai nilai yang sama pada setiap kolom air.

Kualitas Kimia Air Waduk Setiabudi

Derajat keasaman (pH) air penting untuk menentukan nilai guna perairan. Hasil pengukuran pH selama empat periode pengamatan berkisar antara 7.20 - 8.27. Secara berturut-turut pada periode pertama berkisar antara 7.30 - 8.27, periode ke dua berkisar antara 7.32 - 8.10, periode ke tiga berkisar antara 7.20 - 7.71 dan periode ke empat berkisar antara 7.50 - 8.00 (Tabel Lampiran 1).

Nilai-nilai yang didapat memperlihatkan bahwa sebaran pH hampir merata pada setiap stasiun pengamatan. pH air pada stasiun D tidak memperlihatkan perubahan yang besar bila dibandingkan dengan pH air yang masuk, setelah mengalami proses aerasi. Nilai pH pada perairan waduk Setiabudi memperlihatkan sifat yang cenderung alkalin.

Akan tetapi pH perairan waduk Setiabudi masih dapat mendukung kehidupan fitoplankton. Sesuai pendapat Ray dan Rao (1964) yang menjelaskan bahwa fitoplankton masih dapat berkembang pada pH yang berkisar antara 8.0 - 9.0. Lebih lanjut Mahida (1984), mengatakan bahwa nilai kisaran pH tersebut masih memenuhi persyaratan terjadinya proses aerobik biologis.

Hasil pengukuran kandungan oksigen terlarut (DO) (Tabel Lampiran 1) selama penelitian berkisar antara 2.09 - 7.00 mg/l, berturut-turut pada periode pertama berkisar antara 2.09 - 5.28 mg/l, periode ke dua berkisar antara 2.40 - 6.81 mg/l, periode ke tiga 2.90 - 5.85 mg/l dan periode ke empat berkisar antara 2.68 - 7.00 mg/l. Bila diperhatikan, terlihat bahwa kandungan oksigen terlarut pada stasiun A1 dan A3 yang merupakan inlet air waduk mempunyai nilai relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan stasiun D. Hal ini berarti terjadi peningkatan oksigen akibat adanya proses aerasi. Pada stasiun E1 dan E2 yakni di sungai Banjir Kanal, kandungan oksigen terlarutnya lebih rendah lagi berkisar antara 2.40 - 3.0 mg/l.

Hasil analisis BOD₅ selama empat periode pengamatan (Tabel lampiran 1), berkisaran antara 13.9 - 39.0 mg/l, berturut-turut pada periode pertama berkisar antara 14.0 - 22.0 mg/l, periode ke dua berkisar antara 13.9 - 33.8 mg/l, periode ke tiga berkisar antara 16.0 - 23.0 mg/l dan periode ke empat berkisar antara 18.0 - 39.0 mg/l. Menurut Liaw (1969) kisaran BOD₅ antara 5.0 - 15 mg/l menunjukkan air yang sudah tercemar. Dalam Kualitas Lingkungan Di Indonesia (Anonimous, 1990) menyatakan bahwa suatu perairan dengan nilai BOD₅ lebih besar dari

1.0 mg/l sudah mengalami tekanan ekologis.

Hasil pengukuran kandungan COD selama penelitian berkisaran antara 23.0 - 69.5 mg/l, berturut-turut pada periode pertama berkisar antara 23.8 - 53.0 mg/l, periode ke dua berkisar antara 23.0 - 62.5 mg/l, periode ke tiga 26.0 - 69.5 mg/l dan periode ke empat berkisar antara 26.0 - 69.0 mg/l (Tabel Lampiran 1). Bila diperhatikan lebih lanjut, tampak bahwa fluktuasi nilai COD antara periode pengamatan tidak besar, namun bila dilihat fluktuasi antar stasiun terlihat bahwa stasiun D, yang merupakan effluent air waduk Setiabudi nilai COD mengalami sedikit penurunan dibandingkan dengan stasiun lainnya. Ditinjau dari kandungan COD, ternyata proses pengolahan air limbah dengan sistem aerasi, tidak efektif menurunkan kandungan COD. Rendahnya tingkat perombakan ini ada kaitannya dengan pencampuran kembali air yang sudah diproses dengan air limbah yang baru.

Demikian pula hal dengan nilai TOM yang berkisar antara 21.30 mg/l - 70.50 mg/l. Secara berturut-turut pada periode pertama berkisar antara 25.76 - 67.35 mg/l, periode ke dua 30.66 - 69.01 mg/l, periode ke tiga antara 20.57 - 58.92 mg/l dan periode ke empat antara 47.21 - 70.50 mg/l (Tabel Lampiran 1), dengan pola

perubahan yang tidak terlalu bervariasi pada tiap stasiun. Nilai TOM yang cukup tinggi diduga berpengaruh terhadap kekeruhan perairan.

Dari uraian di atas dikatakan bahwa pemberian aerasi tidak memperlihatkan perubahan yang besar terhadap nilai COD dan TOM. Hal ini disebabkan karena bahan-bahan organik sukar urai (non biodegradable) yang masuk ke dalam waduk jumlahnya cukup besar.

Pengukuran kandungan fosfat selama penelitian berkisar antara 0.64 - 3.00 mg/l, berturut-turut pada periode pertama berkisar antara 1.00 - 3.00 mg/l, periode ke dua antara 0.61 - 2.83 mg/l, periode ke tiga berkisar antara 0.40 - 1.90 mg/l dan periode ke empat berkisar antara 0.40 - 2.36 mg/l. Sedangkan nitrat berkisar antara 0.20 mg/l - 2.45 mg/l, secara berturut-turut pada periode pertama berkisar antara 0.42 - 2.45 mg/l, periode ke dua berkisar antara 0.49 - 1.13 mg/l, periode ke tiga berkisar antara 0.51 - 0.92 mg/l dan periode ke empat berkisar antara 0.20 - 1.34 mg/l (Tabel Lampiran 1).

Nilai tertinggi terdapat pada stasiun C1, C2 dan C3, disebabkan oleh letaknya dekat dengan aerator yang memungkinkan terjadinya pengadukan yang cukup berarti. Tingginya fosfat di suatu perairan antara lain disebabkan

kan karena adanya masukan dari daratan atau terjadi pengayaan dari lapisan lebih dalam akibat pengadukan.

Selain itu tingginya kandungan fosfat ada kaitannya dengan kandungan deterjen sintetik, yang mengandung senyawa polifosfat, bila dihidrolisis menghasilkan senyawa fosfat di dalam air limbah yang masuk ke dalam waduk. Menurut Saeni (1989), fosfat dari deterjen dalam limbah domestik merupakan sumber yang paling memegang peranan di dalam kelebihan hara fosfor dalam air.

Selama empat periode pengamatan terlihat bahwa kandungan nitrat semakin meningkat pada stasiun D, E1 dan E2, hal ini ada kaitannya dengan jumlah jenis fitoplankton yang sangat sedikit dijumpai pada stasiun tersebut sehingga senyawa ini tidak banyak dikonsumsi oleh fitoplankton.

Bila ditinjau dari hubungan rasio N/P, maka didapat bahwa rasio antara N/P pada semua stasiun penelitian mempunyai nilai lebih kecil dari 16/1. Menurut Welch dan Lindell (1980), keadaan ini mencirikan suatu perairan yang eutrofik. Selanjutnya di ketahui pula bahwa rasio N/P kurang dari 15/1 di semua stasiun penelitian. Reynolds (1984) mengemukakan bahwa nilai tersebut berarti suatu perairan dibatasi oleh unsur N.

Bila dilihat dari matriks korelasi pada Lampiran

8 - 11 terdapat hubungan yang sangat erat antara fitoplankton dengan parameter kimia air, terutama pada parameter sfat, nitrat dan TOM. Hal ini disebabkan karena nitrat dan fosfat dapat menjadi faktor penghambat terhadap pertumbuhan fitoplankton, sedangkan TOM merupakan total bahan organik (BOD_5 dan COD) yang sangat menentukan kualitas suatu perairan sebagai habitat fitoplankton.

Hasil pengukuran fisika-kimia air terlihat adanya peningkatan kualitas fisika-kimia pada stasiun D yang merupakan effluent waduk Setiabudi. Hal ini berarti proses aerasi yang dilakukan di dalam waduk dapat menurunkan kadar bahan-bahan organik, menurut Jalip (1993) efisiensi yang terjadi sebesar 24.63 %.

Selanjutnya untuk melihat kualitas suatu perairan dilakukan pendekatan dengan Indeks Kualitas Lingkungan (IKL). Hasil analisis IKL perairan waduk Setiabudi (Tabel 8), selama penelitian diperoleh nilai berkisar antara 32.71 - 35.14. Berturut-turut pada periode pertama sebesar 32.71, periode ke dua 34.28, periode ke tiga 35.14 dan periode ke empat 34.94. Nilai tersebut menunjukkan bahwa, berdasarkan Kriteria NSF-WQI (Ott, 1978), secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa kualitas perairan waduk Setiabudi berada pada kriteria buruk.

Tabel 8. Indeks Kualitas Lingkungan Di Waduk Setiabudi Selama Penelitian

Parameter yang Diukur	Periode Pengamatan			
	I	II	III	IV
Oksigen terlarut	4.72	6.13	6.04	7.36
pH	12.21	12.49	13.18	12.52
BOD ₅	11.43	0.95	1.78	0.71
Nitrat	1.07	1.09	1.10	1.09
Fosfat	3.21	4.04	3.56	3.59
Suhu	0.59	0.59	0.59	0.59
Kekeruhan	3.06	2.77	2.57	2.96
TDS	6.42	6.22	6.32	6.12
Total IKL	32.71	34.28	35.14	34.94

Jika diperhatikan pada Tabel Lampiran 2, memang terdapat nilai parameter fisika-kimia air yang kadarnya masih cukup tinggi setelah mengalami proses aerasi, antara lain pH, BOD₅, nitrat, daya hantar listrik (DHL), kekeruhan, COD, dan nitrat. Hal ini karena tingkat efisiensi proses aerasi yang terjadi sebesar 24.63 % (Jalip, 1993), sehingga belum mampu meningkatkan kualitas air di dalam waduk Setiabudi.

Struktur Komunitas Fitoplankton Sebagai Penduga Kualitas Air Waduk Setiabudi

Dalam beberapa hal, pendugaan kualitas air hanya berdasarkan analisis fisika kimia dapat memberikan informasi yang kurang menguntungkan dan kurang dapat memberikan gambaran sesungguhnya mengenai keadaan kualitas suatu perairan, karena sangat dipengaruhi oleh keadaan sesaat.

Oleh karena itu untuk melihat kualitas air sebaiknya dilanjutkan dengan analisis biologi, yang didasarkan pada tingkat keragaman spesies, atau kelompok organisme yang dominan dalam komunitas suatu perairan. Organisme yang sering digunakan sebagai indeks biologis kualitas air adalah struktur komunitas fitoplankton, sehingga dapat dilihat secara holistik kualitasnya serta hubungan antar faktor lingkungan tersebut.

Untuk mendapatkan gambaran mengenai struktur komunitas fitoplankton di waduk Setiabudi, dalam penelitian ini dilakukan dengan pencacahan dan perhitungan hanya sampai tingkat marga. Seluruhnya tercatat sebanyak 44 marga anggota dari fillum Chrysophyta, Chlorophyta, Cyanophyta dan Euglenophyta dengan perincian sebagai berikut : fillum Chrysophyta 11 marga, Chlorophyta 22 marga, Cyanophyta 10 marga dan Euglenophyta 1 marga

(Tabel Lampiran 3). Untuk selanjutnya marga dalam tulisan ini disebut jenis. Secara lengkap jenis-jenis dan kelimpahan fitoplankton disajikan pada Tabel Lampiran 4 sampai 7. Selama empat periode pengamatan terdapat fitoplankton yang mempunyai jumlah jenis dan kelimpahan yang tinggi. Secara berturut-turut pada periode pertama jenis *Synedra*, *Spirogyra*, *Coelosphaerium*, *Microcystis*; pada periode ke dua jenis *Synedra*, *Spirogyra*, *Coelosphaerium*, *Chlorella*, *Dictyosphaerium*, *Microcystis* dan *Oscillatoria*; pada periode ke tiga jenis *Cocconeis*, *Synedra*, *Hairotina*, *Spirogyra*, *Volvox*, *Coelosphaerium*, *Chroococcus* dan *Microcystis*; pada periode ke empat jenis *Synedra*, *Dictyosphaerium*, *Eudorina*, *Oocystis*, *Spirogyra*, *Volvox*, *Coelosphaerium* dan *Microcystis*. Keadaan ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Clapham (1973) bahwa, fitoplankton jenis *Microcystis*, *Cyclotella*, *Synedra*, *Tabellaria*, *Micrasterias*, *Ulothrix*, *Spirogyra* dan *Oscillatoria* merupakan indikator biologi bagi perairan yang tercemar oleh bahan organik.

Selama empat periode pengamatan tampak bahwa jenis fitoplankton yang mempunyai frekuensi kemunculan dan kelimpahan yang tinggi pada tiap-tiap fillum adalah jenis-jenis *Synedra*, *Spirogyra* dan *Microcystis*. Sedang-

kan yang lain ada yang muncul pada periode pertama kemudian pada periode selanjutnya menghilang atau sebaliknya. Hal ini sesuai dengan pendapat Davis (1955) yang menyatakan bahwa struktur komunitas fitoplankton mengalami perubahan dari tempat dan waktu ke waktu. perubahan tersebut akan mencerminkan perkembangan komunitas secara keseluruhan baik keragaman maupun produktivitasnya. Variasi atau perubahan komunitas tersebut tidak lain karena ada pengaruh faktor-faktor lingkungan yang kompleks (Clapham, 1973). Tingkat pengaruh masing-masing faktor lingkungan terhadap struktur komunitas fitoplankton sulit diketahui secara kumulatif karena faktor-faktor tersebut saling terkait satu dengan lainnya.

Beberapa peneliti menyebutkan *Synedra* mampu bertahan pada kondisi air dengan pH yang cenderung basa atau kondisi alkaline (Sellers dan Markland, 1987), hal ini sesuai dengan hasil analisis kualitas air di waduk Setiabudi yang mendapatkan nilai pH berkisar antara 7.45 - 8.25. *Spirogyra* tahan pada kadar fosfat tinggi dan pH yang cenderung basa atau alkaline ini diyakinkan dengan keberadaan air waduk Setiabudi yang merupakan penampung limbah domestik yang banyak membuang deterjen sintetik ke dalam perairan, diketahui bahwa salah satu

bahan penyusun deterjen sintetik adalah fosfat. Sedangkan *Microcystis* dapat bertahan pada kadar oksigen yang rendah, mengeluarkan zat beracun yang dapat menghambat perkembangan jenis-jenis lain. Pernyataan di atas dibuktikan dengan hasil analisis kimia yang menyatakan bahwa kadar oksigen di waduk Setiabudi relatif rendah (lihat Tabel Lampiran 1).

Dikaitkan dengan hasil analisis struktur komunitas fitoplankton dengan menggunakan beberapa indeks biologi lingkungan seperti Keragaman (H'), Keseragaman (E), Dominansi (D) dan Koefisien Saprobik (X) di tiap-tiap stasiun pengamatan selama empat periode pengamatan, disajikan pada Tabel 9 berikut ini.

Hasil analisis struktur fitoplankton (Tabel 9) menunjukkan bahwa Indeks Keragaman (H') fitoplankton selama empat periode penelitian berkisar antara 0.00 - 2.93. Pada masing-masing periode pengamatan diperoleh nilai keragaman secara berturut-turut pada periode pertama 0.00 - 2.91; periode ke dua 1.06 - 2.93; periode ke tiga 0.92 - 2.40, dan periode ke empat 0.69 - 2.09. Memperhatikan nilai indeks keragaman yang diperoleh di semua stasiun penelitian pada empat periode pengamatan, menghasilkan nilai yang kurang dari 3.00. Nilai-nilai tersebut berdasarkan kriteria Shannon-Weaver termasuk

el 9. Beberapa Nilai Indeks Biologi Kualitas Air Perairan Waduk
Setiabudi Berdasarkan Analisis Struktur Komunitas

PERIODE PENGAMATAN	STASIUN PENGAMATAN											
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D	E1	E2
H'	1.91	2.84	2.76	2.56	2.59	2.40	2.75	2.23	2.91	0.50	0.81	0.00
E	2.40	2.05	2.66	1.23	2.93	1.97	1.57	1.57	1.88	2.12	1.06	1.50
D	1.76	2.32	1.63	1.88	2.40	2.32	1.75	0.98	1.61	1.66	1.79	0.92
X	1.27	1.21	0.80	1.10	2.09	1.26	1.22	0.69	1.23	1.41	1.46	1.30
H'	0.86	0.82	0.92	0.88	0.74	0.86	0.92	0.90	0.88	0.50	0.81	0.00
E	0.85	0.62	0.84	0.39	0.80	0.77	0.55	0.61	0.67	0.91	0.53	0.95
D	0.80	0.63	0.51	0.57	0.53	0.73	0.55	0.29	0.47	0.83	0.90	0.92
X	0.66	0.43	0.27	0.33	0.38	0.34	0.32	0.21	0.33	0.70	0.73	0.82
H'	0.20	0.17	0.17	0.21	0.32	0.22	0.18	0.13	0.16	0.80	0.63	1.00
E	0.17	0.36	0.20	0.61	0.25	0.24	0.40	0.48	0.34	0.26	0.64	0.38
D	0.23	0.31	0.52	0.37	0.43	0.22	0.44	0.73	0.52	0.38	0.33	0.56
X	0.36	0.58	0.75	0.69	0.59	0.61	0.61	0.81	0.68	0.43	0.42	0.44
H'	-0.1	-1.7	-0.8	-0.1	-2.0	-0.9	0.2	-0.1	-1.2	-3.0	3.0	3.0
E	-0.1	1.0	-0.9	-2.4	-1.5	-0.6	-0.9	0.1	-1.8	-0.1	0.0	0.0
D	-0.7	-2.0	-2.1	-2.0	-2.5	-0.8	-2.4	-2.4	-2.2	-1.4	1.7	1.0
X	-1.6	-2.6	-2.8	-2.2	-2.5	-1.6	-2.6	-2.4	-2.2	-0.1	-0.2	0.4

TERANGAN : H' = INDEKS KERAGAMAN
 E = INDEKS KESAMAAN
 D = INDEKS DOMINANSI
 X = KOEFISIEN SAPROBIK

kategori perairan dengan tingkat keragaman kecil sampai sedang.

Keragaman fitoplankton terendah dijumpai di Stasiun E1 dan E2, yaitu kurang berkisar antara 0.00 - 1.79. Kecilnya nilai indeks keragaman di lokasi ini mudah dipahami, karena stasiun ini merupakan ekosistem sungai, merupakan habitat yang kurang sesuai bagi kehidupan fitoplankton. Pada stasiun ini dijumpai hanya beberapa jenis fitoplankton saja (lihat Tabel Lampiran 4-7).

Fenomena di atas didukung pula dengan nilai Indeks Keseragaman (E) yaitu, berkisar antara 0.00 - 0.95, berturut-turut pada periode pertama berkisar antara 0.00 - 0.92, periode ke dua berkisar antara 0.39 - 0.95, periode ke tiga 0.29 - 0.92 dan periode ke empat 0.21 - 0.82 (Tabel 9), hal ini berarti selama empat periode pengamatan penyebaran fitoplankton setiap jenis tidak sama dan cenderung terdapat dominansi dari jenis-jenis tertentu yaitu *Spirogyra*, *Synedra* dan *Microcystis*. Keadaan ini diperjelas pula dengan nilai Indeks Dominansi (D) yang selama empat periode pengamatan (Tabel 9), mempunyai nilai yang berkisar antara 0.13 - 0.81. Secara berturut-turut, periode pertama berkisar antara 0.13 - 1.00, periode ke dua antara 0.17 - 0.64, periode ke tiga 0.22 - 0.73, periode ke empat antara

0.36 - 0.81. Hal ini memperkuat dugaan bahwa ada jenis-jenis fitoplankton yang dominan selama empat periode pengamatan.

Selanjutnya untuk mengetahui tingkat atau fase pencemaran suatu perairan dapat dilakukan pendekatan dengan menggunakan Koefisien Saprobik (X). Pengukuran Koefisien Saprobik pada umumnya dilakukan terutama pada perairan yang mengalami pencemaran oleh bahan organik: Suwignyo, et al. (1986), menyatakan bahwa pengukuran koefisien Saprobik dapat memberikan informasi tentang status mutu lingkungan perairan yang diukur.

Hasil perhitungan Koefisien Saprobik selama empat periode pengamatan (Tabel 9) diperoleh nilai yang berkisar antara -3.0 - 3.0. Secara berturut-turut adalah sebagai berikut, pada periode pertama pengamatan nilai Koefisien Saprobik berkisar antara -3.0 - 3.0, periode ke dua berkisar antara -2.4 - 0.1, periode ketiga antara -2.5 - 1.7 dan periode ke empat antara -2.8 - 0.4.

Dari nilai-nilai di atas, terlihat bahwa perairan waduk Setiabudi dapat dikategorikan berada pada tingkat pencemaran sedang sampai sangat berat. Jika ditinjau dari fase saprobik, maka berada pada fase mesosaprobik sampai polisaprobik. Hal ini membuktikan bahwa air

buangan yang masuk ke dalam waduk Setiabudi sebagian besar terdiri dari bahan organik.

Produktivitas Primer Perairan Waduk Setiabudi

Produktivitas primer fitoplankton di waduk Setiabudi pada kedalaman 0.5 meter dan 1.5 meter selama penelitian, disajikan pada Tabel 10.

Pengukuran produktivitas primer pada kedalaman 0.5 meter, pada periode pertama diperoleh nilai produktivitas yang berkisar antara 87.50 - 195.75 mgC/m²/jam, periode ke dua antara 65.00 - 337.50 mgC/m²/jam, periode ke tiga antara 67.50 - 321.25 mgC/m²/jam dan periode ke empat antara 161.25 - 251.75 mg C/m² /jam.

Pengukuran produktivitas primer pada kedalaman 1.5 meter, pada periode pertama diperoleh nilai produktivitas berkisar antara 73.25 - 100.25 mg C/m²/jam periode kedua antara 56.25 - 105.25 mg C/m²/jam, periode ke tiga antara 49.99 - 225.00 mg C/m²/jam dan periode ke empat antara 65.50 - 125.00 mg C/m²/jam.

Tabel 10. Produktivitas Primer Fitoplankton di Waduk Setiabudi pada Kedalaman 0.5 dan 1.5 m Selama Penelitian (mg C/m²/jam)

STASIUN PENELITIAN	Periode Pengamatan			
	I	II	III	IV
Kedalaman 0.5 m				
A1	124.99	237.50	274.99	206.25
A2	140.51	240.75	300.35	197.75
A3	120.30	237.95	303.75	203.50
B1	187.50	337.50	318.75	221.75
B2	195.75	250.00	297.50	215.60
B3	190.25	252.50	321.25	200.50
C1	112.50	325.00	215.25	232.25
C2	110.75	260.25	250.00	251.75
C3	130.25	175.50	289.75	203.25
D	100.00	90.75	103.25	125.50
E1	112.50	88.50	81.25	87.50
E2	87.50	65.00	67.50	61.25
Kedalaman 1.5 m				
A1	100.25	100.00	81.25	92.50
A2	97.75	105.05	90.75	97.25
A3	90.25	80.75	105.00	88.60
B1	87.50	105.25	197.25	100.00
B2	93.25	90.75	170.75	125.00
B3	80.15	97.25	225.00	99.75
C1	87.50	81.25	182.75	110.25
C2	80.25	90.50	98.25	97.50
C3	90.75	83.75	205.50	100.00
D	90.00	75.00	181.25	87.50
E1	75.00	56.25	59.99	75.00
E2	73.25	52.00	55.05	65.50

Jika diperhatikan Tabel 10, menunjukkan bahwa produktivitas primer pada kedalaman 0.5 m lebih tinggi dibandingkan di kedalaman 1.5 m. Hal ini disebabkan karena pada kedalaman 1.5 meter pengaruh cahaya matahari sudah berkurang terlihat dari hasil pengukuran kecerahan dengan cakram Secchi di waduk Setiabudi yang menunjukkan kisaran antara 28 - 37 cm. Strickland (1958) menyatakan bahwa zona yang efektif bagi fitoplankton untuk melaksanakan proses fotosintesis yaitu tiga kali kedalaman pengukuran cakram Secchi. Berarti zona efektif perairan waduk Setiabudi berkisar antara 84 - 111 cm.

Selanjutnya selama empat periode pengamatan terlihat bahwa di bagian tengah waduk Setiabudi yaitu stasiun B1, B2 dan B3, nilai produktivitasnya relatif lebih tinggi dibandingkan stasiun yang berada di tepi waduk yaitu pada lokasi air masuk dan air keluar (A1, A2, A3, C1, C2 dan C3). Sedangkan pada stasiun D nilai produktivitasnya relatif lebih rendah dibandingkan stasiun lain yang berada di dalam waduk, hal ini erat kaitannya dengan kelimpahan fitoplankton yang relatif lebih tinggi di bagian tengah waduk dan lebih rendah di stasiun D. Memang terdapat perbedaan nilai produktivitas pada setiap badan air yang bersifat lentik

(tergenang) antara bagian tepi dengan bagian tengah. Perbedaan ini disebabkan karena perbedaan penerimaan beban persatuan volume air dari stasiun yang bersangkutan. Hal serupa juga terlihat pada danau Silvan, Indiana di contohkan oleh Wetzel (1983) (Tabel 11).

Tabel 11. Variasi Produktivitas Primer Fitoplankton Di Danau Silvan, Indiana

Lokasi Danau	Produktivitas Primer (mg C/m ² /jam)
Dekat air masuk	1475
Teluk yang terisolasi	1509
Daerah tengah	1583
Dekat air keluar	1691

Diperolehnya nilai produktivitas yang rendah pada stasiun D maka dapat diketahui bahwa proses aerasi belum dapat meningkatkan nilai oksigen terlarut, yaitu dengan terlihatnya nilai kandungan oksigen terlarut yang relatif kecil berkisar antara 5.27 - 5.81 mg/l (Tabel Lampiran 1). Nilai produktivitas menunjukkan pula besar-

nya supplay oksigen ke dalam perairan, karena nilai produktivitas primer adalah laju proses fotosintesis fitoplankton.

Pengukuran produktivitas primer dapat pula digunakan untuk mengetahui tingkat eutrofikasi suatu perairan. Hasil pengukuran produktivitas primer di dalam waduk Setiabudi selama empat periode pengamatan secara keseluruhan mempunyai rata-rata $1.543 \text{ mg C/m}^2/\text{jam}$ pada kedalaman 0.5 m.

Menurut Welch dan Lindell (1980), perairan dengan kisaran nilai produktivitas primer antara $150.380 - 373.200 \text{ mg C/m}^2/\text{jam}$ tergolong pada tingkat eutrofik. Berdasarkan hasil pengukuran di waduk Setiabudi diperoleh nilai rata-rata sebesar $211.543 \text{ mg C/m}^2/\text{jam}$, keadaan ini berarti perairan waduk Setiabudi tergolong perairan tingkat eutrofik.

Faktor-Faktor Fisika-Kimia Air Yang Mempengaruhi Struktur Komunitas dan Produktivitas Primer Fitoplankton

Untuk mengetahui pengaruh parameter fisika-kimia air terhadap kelimpahan dan produktivitas primer fitoplankton, dilakukan Analisis Regresi Berganda. Dalam

analisis regresi, peubah penjelas yang dimasukkan dalam model adalah peubah yang diambil dari matriks korelasi antar peubah (Tabel Lampiran 8 - II) yang mempunyai keeratan tinggi yaitu koefisien korelasi lebih besar dari 0.50.

Faktor-faktor lingkungan yang diukur dan diduga berpengaruh terhadap kelimpahan dan produktivitas primer fitoplankton di waduk Setiabudi sebanyak 12 peubah, yaitu :

- X1 = Suhu ($^{\circ}$ C)
- X2 = Daya Hantar Listrik (DHL) (μ mhos/cm)
- X3 = Total Disolved Solid (TDS) (mg/l)
- X4 = Turbiditas (NTU)
- X5 = Kecerahan (cm)
- X6 = pH
- X7 = Oksigen terlarut (mg/l)
- X8 = COD (mg/l)
- X9 = BOD₅ (mg/l)
- X10 = Nitrat (mg/l)
- X11 = Fosfat (mg/l)
- X12 = TOM (mg/l)
- Y = Kelimpahan
- Z = Produktivitas Primer

Hasil analisis regresi berganda menunjukkan bahwa persamaan regresi pada periode pengamatan pertama (Lampiran 12) adalah :

$$Y_1 = 266 + 34.8 X_2 - 0.07 X_3 - 1.03 X_4 - 27.8 X_6 + 2.78 X_7 - 0.363 X_9 + 4.88 X_{10} - 7.42 X_{11} + 0.38 X_{12} \quad (R^2 = 0.999)$$

Dari fungsi regresi berganda didapat nilai R^2 sebesar 0.999, artinya kemampuan peubah fisika-kimia air untuk menduga kelimpahan fitoplankton sangat besar 99 %. Model di atas dapat ditafsirkan bahwa :

1. Peningkatan nilai TDS, turbiditas, pH, BOD_5 dan kandungan fosfat cenderung akan menekan peningkatan kelimpahan fitoplankton.
2. Peningkatan nilai DHL, kandungan oksigen terlarut, kadar nitrat cenderung akan meningkatkan kelimpahan fitoplankton.

Hasil analisis Sidik Ragam menunjukkan kelimpahan fitoplankton sangat nyata ($F = 370.54$; $p < 0.01$) (Lampiran 12), sehingga diketahui bahwa kelimpahan fitoplankton di waduk Setiabudi ditentukan oleh faktor di atas.

Analisis regresi berganda pada periode ke dua, diperoleh fungsi sebagai berikut (Lampiran 13):

$$Y_2 = - 103 + 24.7 X_2 - 0.03 X_3 + 0.289 X_4 + 4.35 X_6 \\ + 0.827 X_7 - 0.025 X_9 + 36 X_{10} - 3rt8 X_{11} + \\ 0.29 X_{12} \quad (R^2 = 0.992)$$

Dari fungsi regresi berganda didapat afilai R^2 sebesar 0.992, artinya kemampuan peubah fisika-kimia air untuk menduga kelimpahan fitoplankton sangat besar 99 %. Model di atas dapat ditafsirkan bahwa :

1. Peningkatan nilai DHL, turbiditas, pH, kandungan oksigen terlarut, nitrat dan kandungan TOM cenderung akan meningkatkan kelimpahan fitoplankton.
2. Peningkatan kandungan BOD_5 dan kandungan fosfat, cenderung menekan peningkatan kelimpahan fitoplankton

Dari hasil uji lanjut Analisis Sidik Ragam (Lampiran 13) di dapat nilai $F = 27.65$ dan $p < 0.01$, menunjukkan bahwa peubah fisika-kimia air tersebut di atas, menentukan kelimpahan fitoplankton.

Analisis regresi berganda pada periode ke tiga diperoleh fungsi regresi sebagai berikut (Lampiran 14) :

$$Y_3 = 7.2 + 34.9 X_2 + 0.103 X_3 - 1.90 X_6 + 1.01 X_7 - \\ 0.042 X_9 + 9.3 X_{10} - 8.01 X_{11} + 0.03 X_{12} \\ (R^2 = 0.962)$$

Dari fungsi regresi berganda tersebut di atas, diperoleh nilai R^2 sebesar 0.962 artinya sumbangan atau pengaruh masing-masing faktor lingkungan terhadap kelimpahan fitoplankton besar. Nilai koefisien regresi di atas dapat ditafsirkan sebagai berikut :

1. Peningkatan DHL, TDS, kandungan oksigen terlarut, kandungan nitrat dan kandungan TOM cenderung akan menekan peningkatan kelimpahan fitoplankton.
2. Peningkatan nilai pH, kandungan BOD_5 dan fosfat, cenderung akan menekan kelimpahan fitoplankton.

Hasil uji lanjut Analisis Sidik Ragam pada Lampiran 14 diperoleh nilai $F = 96.57$ dan $p < 0.01$ (sangat nyata).

Persamaan regresi berganda pada periode ke empat (Lampiran 15) adalah :

$$Y_4 = - 28.8 + 3.78 X_2 - 0.11 X_3 + 0.24 X_4 + 3.05 X_6 + 1.28 X_7 - 0.21 X_9 + 1.80 X_{10} - 2.59 X_{11} + 0.12 X_{12} \quad (R^2 = 0.997)$$

Dari fungsi regresi berganda tersebut di atas, diperoleh nilai R^2 sebesar 0.997 artinya sumbangan atau pengaruh masing-masing faktor lingkungan terhadap kelimpahan fitoplankton sangat besar. Dari nilai koefisien regresi yang muncul dapat ditafsirkan hubungan fitoplankton dengan peubah fisika-kimia sebagai berikut

1. Peningkatan kandungan TDS, kandungan BOD₅ dan kandungan fosfat, cenderung akan menekan peningkatan kelimpahan fitoplankton.
2. Peningkatan nilai DHL, turbiditas, pH, kandungan oksigen terlarut, kandungan nitrat dan TOM cenderung akan meningkatkan kelimpahan fitoplankton.

Selanjutnya dengan uji lanjut Analisis Sidik Ragam, pada Lampiran 15 menunjukkan bahwa hubungan kelimpahan fitoplankton terhadap fisika-kimia sangat nyata ($F = 79.12$; $p < 0.01$).

Hasil analisis regresi berganda antara parameter lingkungan dengan produktivitas primer pada periode pengamatan pertama (Lampiran 16) adalah :

$$Z_1 = 4151 + 583 X_2 - 1.41 X_3 - 13 X_4 - 424 X_6 + 38.5X_7 + 9.82 X_9 - 133 X_{10} - 118 X_{11} + 4.14 X_{12}$$

$$(R^2 = 0.997)$$

Dari fungsi regresi berganda nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0.997, artinya kemampuan peubah fisika-kimia air untuk menduga produktivitas primer sangat besar (99.7 %). Model di atas dapat ditafsirkan bahwa :

1. Peningkatan nilai DHL, kandungan oksigen terlarut, kandungan BOD₅ dan TOM akan meningkatkan hasil produktivitas primer di waduk Setiabudi.

2. Peningkatan nilai TDS, kekeruhan, pH, kadar nitrat dan kadar fosfat cenderung akan menekan hasil produktivitas primer di waduk Setiabudi.

Hasil analisis Sidik Ragam menunjukkan produktivitas primer sangat nyata ($F = 70.02$; $p < 0.014$) (Lampiran 16). Sehingga diketahui bahwa produktivitas primer di waduk Setiabudi ditentukan oleh faktor di atas.

Analisis regresi berganda pada periode pengamatan ke dua, diperoleh fungsi sebagai berikut (Lampiran 17) :

$$Z_2 = 35.1 + 4.24 X_2 - 0.011 X_3 - 0.097 X_4 - 3.19 X_6 \\ + 0.35 X_7 + 0.072 X_9 - 1.044 X_{10} - 0.85 X_{11} - \\ 0.029 X_{12} \quad (R^2 = 0.998)$$

Dari fungsi regresi berganda tersebut di atas, diperoleh nilai R^2 sebesar 0.998, artinya pengaruh peubah fisika-kimia air terhadap produktivitas primer fitoplankton sangat besar. Nilai koefisien regresi yang muncul dapat ditafsirkan bahwa :

1. Peningkatan nilai DHL, kandungan oksigen terlarut, pH, kandungan oksigen terlarut, nitrat dan kandungan TOM cenderung akan meningkatkan produktivitas primer fitoplankton.

2. Peningkatan nilai TDS, kekeruhan, pH, kadar nitrat dan kandungan fosfat, cenderung menekan hasil produktivitas primer fitoplankton.

Dari hasil uji lanjut Analisis Sidik Ragam (Lampiran 17) di dapat nilai $F = 91.17$ dan $p < 0.011$, menunjukkan bahwa peubah fisika-kimia air tersebut di atas, menentukan produktivitas primer fitoplankton.

Hasil analisis regresi berganda pada periode ke tiga diperoleh fungsi regresi sebagai berikut (Lampiran 18) :

$$Z_3 = -8.4 + 4.4 X_2 + 0.018 X_3 + 0.012 X_4 + 1.28 X_6 + 0.30 X_7 + 0.003 X_9 + 0.613 X_{10} - 0.978 X_{11} - 0.009 X_{12} \quad (R^2 = 0.996)$$

Dari fungsi regresi berganda tersebut di atas, diperoleh nilai R^2 sebesar 0.996 artinya sumbangan atau pengaruh masing-masing faktor lingkungan terhadap produktivitas primer sangat besar. Nilai koefisien regresi di atas dapat ditafsirkan hubungan sebagai berikut :

1. Peningkatan nilai DHL, TDS, kekeruhan, pH, kandungan oksigen terlarut, kandungan BOD_5 cenderung akan meningkatkan hasil produktivitas primer.
2. Peningkatan kadar nitrat, fosfat dan kandungan TOM cenderung akan menekan produktivitas primer.

Hasil uji lanjut Analisis Sidik Ragam pada Lampiran 18 diperoleh nilai $F = 54.38$ dan $p < 0.018$ (sangat nyata).

Persamaan regresi berganda pada periode ke empat (Lampiran 19) adalah :

$$Z_4 = -1.53 + 0.59 X_2 + 0.069 X_3 + 0.482 X_6 + 0.339 X_7 \\ - 0.072 X_9 - 0.613 X_{10} - 0.978 X_{11} - 0.009 X_{12} \\ (R^2 = 0.984)$$

Dari fungsi regresi berganda tersebut di atas, diperoleh nilai R^2 sebesar 0.984 artinya sumbangan atau pengaruh masing-masing faktor lingkungan terhadap produktivitas primer sangat besar. Nilai koefisien regresi yang muncul dapat ditafsirkan hubungan produktivitas primer dengan fisika-kimia sebagai berikut

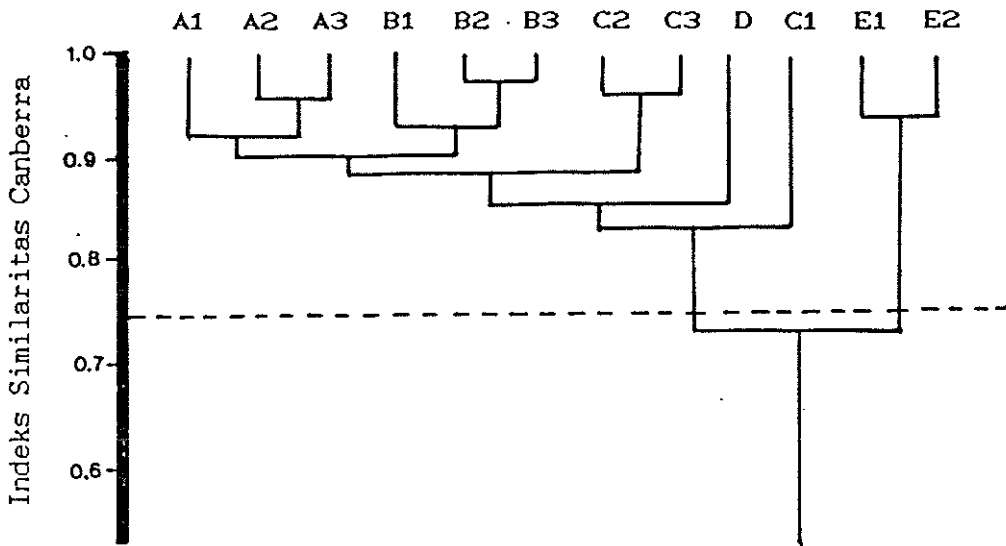
1. Peningkatan kandungan BOD_5 dan kadar nitrat, fosfat dan TOM, cenderung akan menekan peningkatan produktivitas primer.
2. Peningkatan nilai DHL, turbiditas, pH, kandungan oksigen terlarut, cenderung akan meningkatkan produktivitas primer.

Selanjutnya dengan uji lanjut Analisis Sidik Ragam, pada Lampiran 19 menunjukkan bahwa hubungan antara produktivitas primer dengan parameter fisika-kimia sangat nyata ($F = 22.93$; $p < 0.013$).

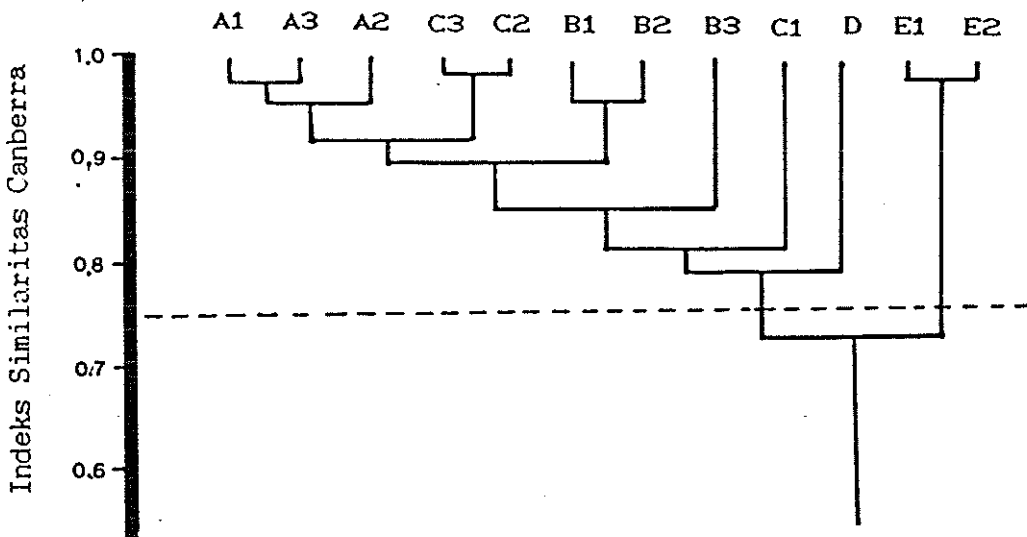
Pengelompokkan Stasiun Pengamatan Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia air

Untuk mengetahui pengelompokkan stasiun pengamatan berdasarkan parameter fisika-kimia air di waduk Setia budi, secara ekologis dapat diketahui dengan melihat kesamaan antar stasiun pengamatan menggunakan Indeks Similaritas Canberra (Lance dan William dalam Clifford dan Stephenson, 1975). Indeks Canberra masing-masing stasiun pengamatan selanjutnya dapat digambarkan dalam suatu dendrogram dengan menggunakan metode keterikatan rata-rata antar kelompok parameter yang diamati. Hasil analisis pengelompokkan stasiun pengamatan berdasarkan parameter fisika-kimia air, maka diperoleh yang disajikan pada Gambar 5 - 8 . Dari Gambar tersebut, terlihat bahwa kesamaan antar stasiun pengamatan sangat tinggi. Pada periode pertama tingkat kesamaan berkisar antara 76.2 - 98.3 %, pada periode ke dua yaitu berkisar antara 76.0 - 99.0 %, pada periode ke tiga berkisar antara 65.7 - 98.9 % dan pada periode ke empat berkisar antara 71.5 - 96.5 %.

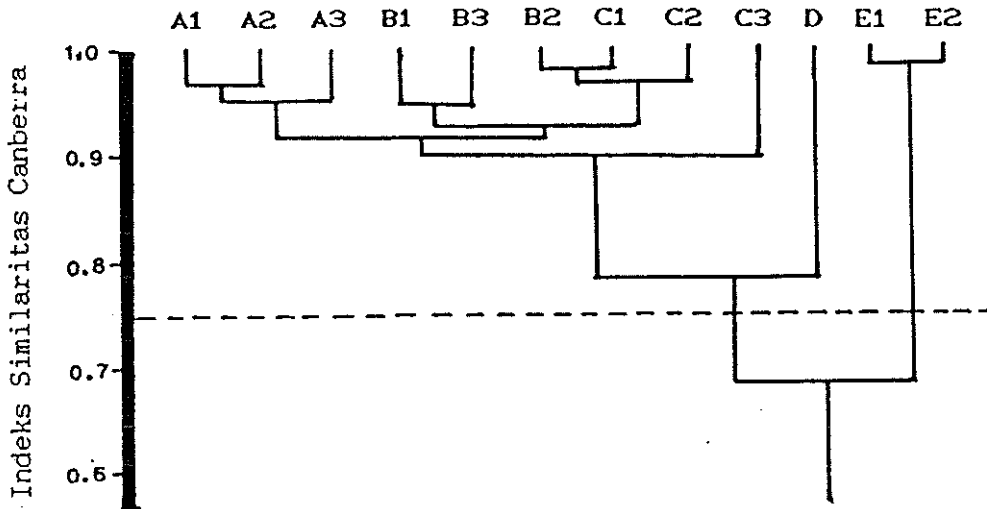
Pada ke empat gambar tersebut, jika menggunakan tingkat kesamaan pada taraf 75%, maka terlihat bahwa stasiun pengamatan di dalam waduk Setiabudi selama empat



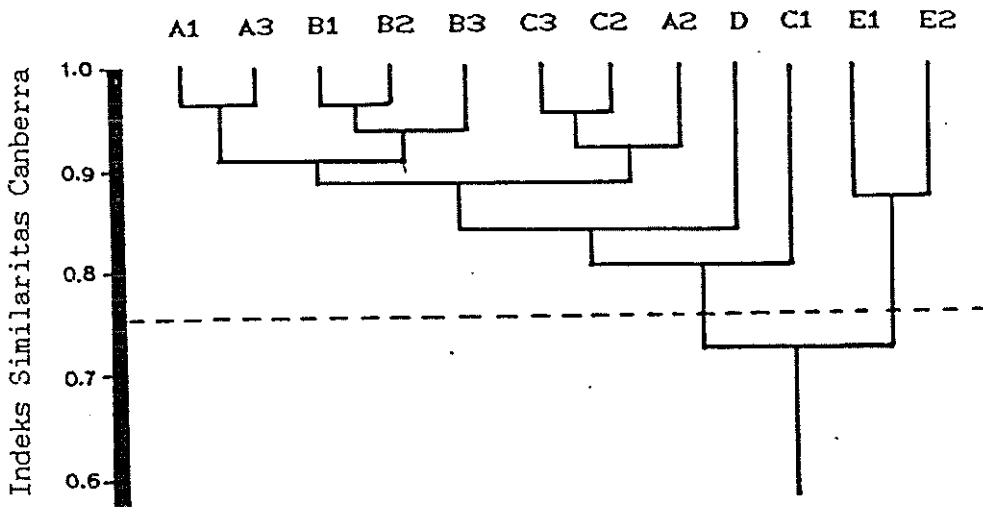
Gambar 5. Dendrogram Pengelompokkan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Canberra Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air Pada Periode Pertama di Waduk Setiabudi



Gambar 6. Dendrogram Pengelompokkan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Canberra Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air Pada Periode Ke Dua di Waduk Setiabudi



Gambar 7. Dendrogram Pengelompokan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Canberra Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air Pada Periode Ke Tiga di Waduk Setiabudi



Gambar 8. Dendrogram Pengelompokan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Canberra Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air Pada Periode Ke Empat di Waduk Setiabudi

periode pengamatan dapat digabung menjadi dua kelompok stasiun yaitu stasiun A1 sampai D berada dalam satu kelompok, sedangkan E1 dan E2 merupakan kelompok tersendiri.

Jika diperhatikan lebih lanjut, tampak bahwa stasiun A1, A2 dan A3 merupakan stasiun di daerah influen waduk, berada dalam satu kelompok, stasiun B1, B2, B3, C2 dan C3 berada dalam satu kelompok, sedangkan stasiun C1 dan D sering merupakan kelompok sendiri-sendiri dan stasiun E1, E2 merupakan kelompok tersendiri pula.

Walaupun secara umum terlihat bahwa stasiun pengamatan di dalam waduk Setiabudi merupakan satu kesatuan, tetapi pada setiap periode pengamatan pasangan stasiun yang berkelompok selalu berubah-ubah. Beberapa stasiun yang cenderung terpisah yaitu stasiun D, E1 dan E2. Hal ini disebabkan karena stasiun D merupakan air keluar yang sudah mengalami sedikit perubahan akibat dari proses aerasi di dalam waduk, sedangkan stasiun E1 dan E2 merupakan air pada sungai Banjir Kanal.

Pengelompokkan Stasiun Pengamatan Berdasarkan Keragaman Jenis Fitoplankton

Secara ekologis, guna mengetahui tingkat kesamaan stasiun pengamatan berdasarkan Indeks Keragaman, dapat digunakan Indeks Similaritas Bray-Curtis yang dijabarkan dalam bentuk matriks Indeks Similaritas Bray-Curtis (Lance dan William dalam Clifford dan Stephenson, 1975).

Indeks Similaritas Bray-Curtis masing-masing stasiun pengamatan selanjutnya dapat digambarkan dalam satu bentuk dendrogram dengan menggunakan metode keterkaitan rata-rata kelompok keragaman yang diamati pada matriks Similaritas Bray-Curtis.

Memperhatikan Gambar 9. - 12., tingkat kesamaan antar stasiun berdasarkan keragaman fitoplankton di waduk Setiabudi sangat tinggi. Pada periode pertama tingkat kemiripan berkisar antara 39.6 % - 99.8 %, pada periode ke dua berkisar antara 72 % - 100 %, pada periode ketiga berkisar antara 67 % - 100 % dan periode ke empat berkisar antara 71.8 % - 99.6 %.,

Pada periode pertama, jika menggunakan tingkat kemiripan taraf 70%, maka terlihat bahwa stasiun pengamatan dapat digabung menjadi dua kelompok yaitu : stasiun A1, B1, B3, A2, C3, A3, C1, C2, B2 berada dalam

satu kelompok, sedangkan stasiun D, E1 dan E2 merupakan satu kelompok.

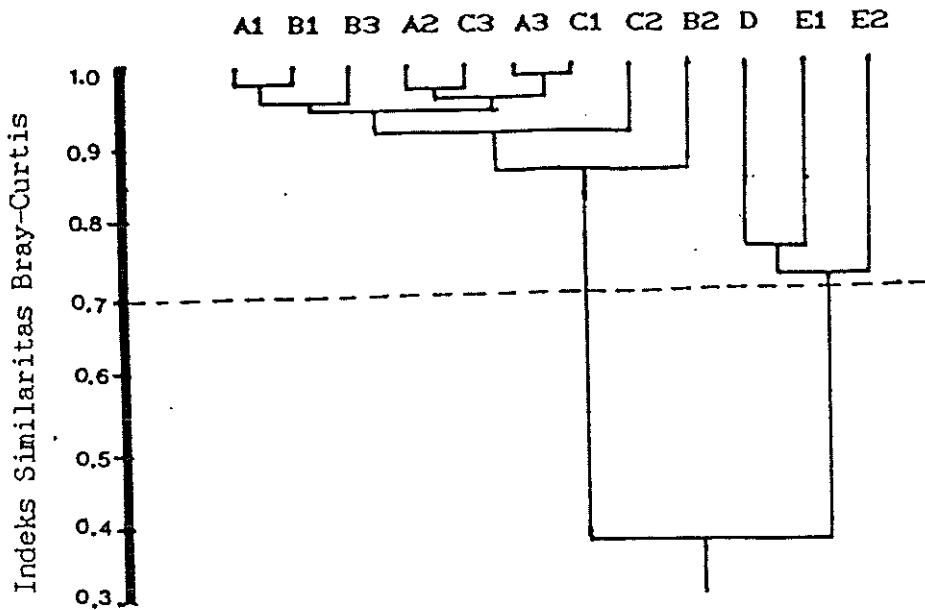
Pada periode ke dua, terlihat bahwa stasiun pengamatan pada taraf 80 % terbagi atas dua kelompok, yaitu stasiun A1, A3, B2, A2, B1, B3, C3, C1, C2 merupakan stasiun pertama dan stasiun E2, D, E1 kelompok ke duais

Pada periode ke tiga, jika menggunakan taraf 80 %, stasiun pengamatan dapat digabung menjadi dua kelompok yaitu, stasiun A2, C3, C2, B1, B2, C1, E1, A1, A3, B3 tergabung dalam kelompok pertama dan stasiun D, E2 merupakan kelompok ke dua.

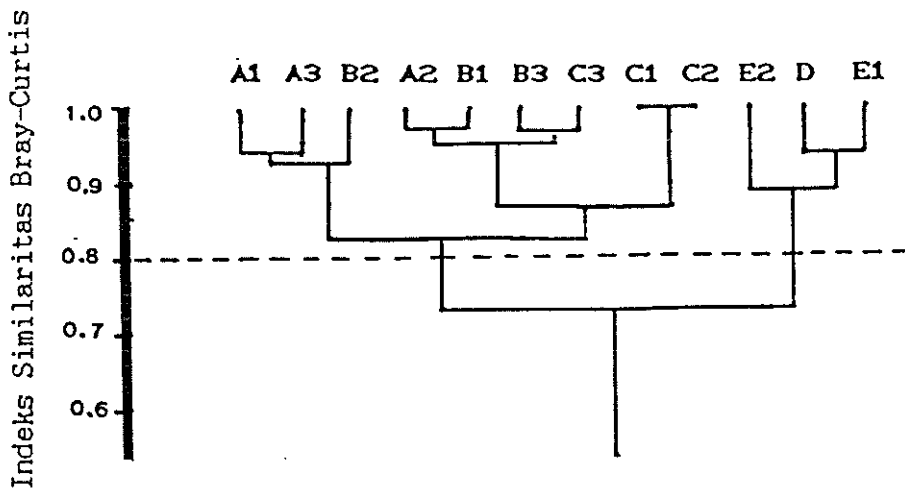
Pada periode ke empat, pada taraf 75 % stasiun pengamatan dapat digabung menjadi dua kelompok yaitu, stasiun A1, C1, C3, B2, B3, C2, B1, B3, D dan E1 berada dalam kelompok pertama dan stasiun A3, E2 adalah kelompok ke dua.

Dari uraian di atas dan memperhatikan Gambar 11 sampai 14, menunjukkan pengelompokan stasiun pengamatan pada empat periode selalu berubah-ubah. Namun secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa stasiun penelitian di dalam waduk Setiabudi cenderung sama atau berada dalam satu kesatuan. Beberapa stasiun yang cenderung terpisah yaitu stasiun D, E1 dan E2 yang dapat menunjukkan bahwa.

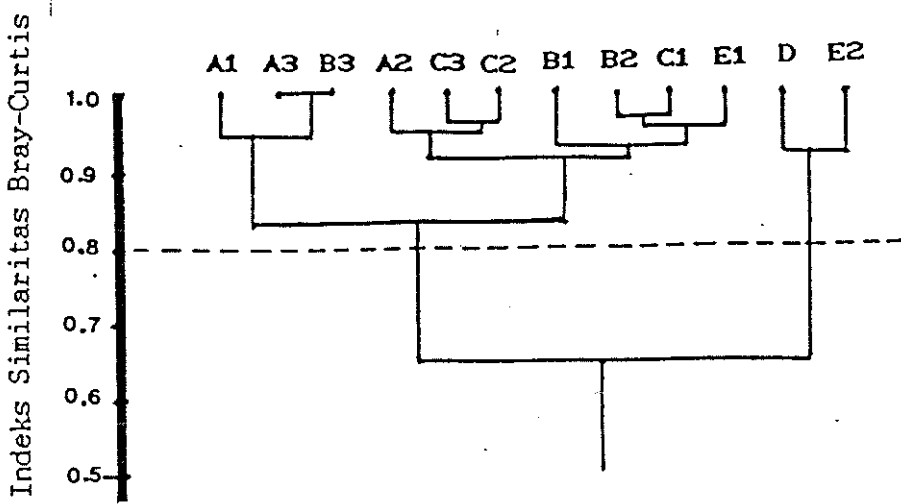
Pada stasiun ini bukan habitat yang disukai oleh fitoplankton. Ini dapat dipahami karena stasiun E1 dan E2 berada di sungai Banjir Kanal. Ini sesuai dengan pendapat Wetzel (1983) yang menyatakan bahwa fitoplankton yang berasal dari ekosistem perairan yang tergenang segera akan menjadi berkurang setelah memasuki sungai karena adanya arus dan pengaruh turbulensi.



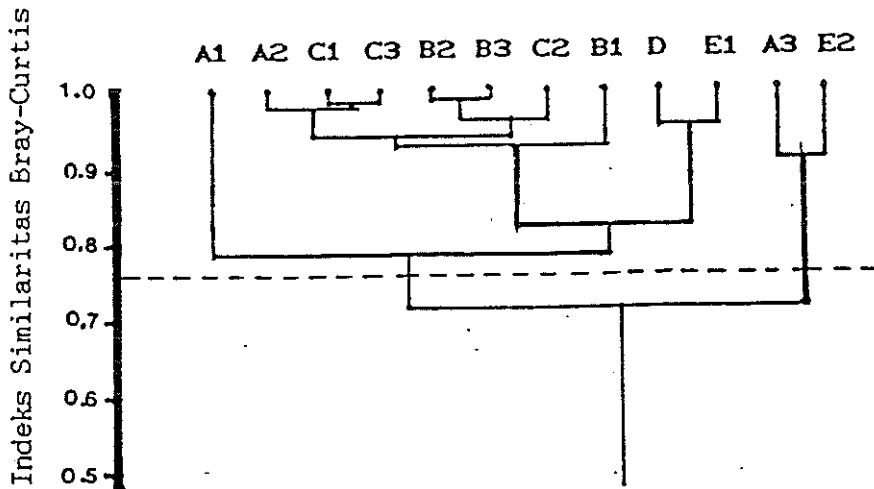
Gambar 9. Dendrogram Pengelompokan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Bray-Curtis Berdasarkan Keragaman Jenis Fitoplankton Pada Periode Pertama di Waduk Setiabudi



Gambar 10. Dendrogram Pengelompokan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Bray-Curtis Berdasarkan Keragaman Jenis Fitoplankton Pada Periode Ke Dua di Waduk Setiabudi



Gambar 11. Dendrogram Pengelompokan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Bray-Curtis Berdasarkan Keragaman Jenis Fitoplankton Pada Periode Ke Tiga di Waduk Setiabudi



Gambar 12. Dendrogram Pengelompokan Stasiun Penelitian Menggunakan Indeks Similaritas Bray-Curtis Berdasarkan Keragaman Jenis Fitoplankton Pada Periode Ke Empat di Waduk Setiabudi

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor fisika-kimia air mencerminkan bahwa pengolahan air limbah waduk Setiabudi menggunakan aerasi belum mampu meningkatkan kualitas air limbah yang masuk. Berdasarkan nilai Indeks Kualitas Lingkungan, perairan Setiabudi termasuk kriteria buruk.

Hasil analisis struktur komunitas fitoplankton menunjukkan bahwa Indeks Keragaman (H'), mencirikan bahwa keragaman fitoplankton di waduk Setiabudi tergolong rendah sampai sedang dan terdapat dominansi jenis. Berdasarkan Indeks Keseragaman, menjelaskan bahwa di waduk Setiabudi penyebaran fitoplankton setiap jenisnya tidak sama dan cenderung terdapat dominansi. Hal ini diperkuat dengan nilai Indeks Dominansi (D) yang diperoleh. Nilai Koefisien Saprobik (X) menggambarkan waduk Setiabudi berada dalam fase mesosaprobik sampai polysaprobik dengan tingkat pencemaran dari sedang sampai sangat berat, selain itu diketahui bahwa sebagian besar air waduk Setiabudi mengandung bahan pencemar organik.

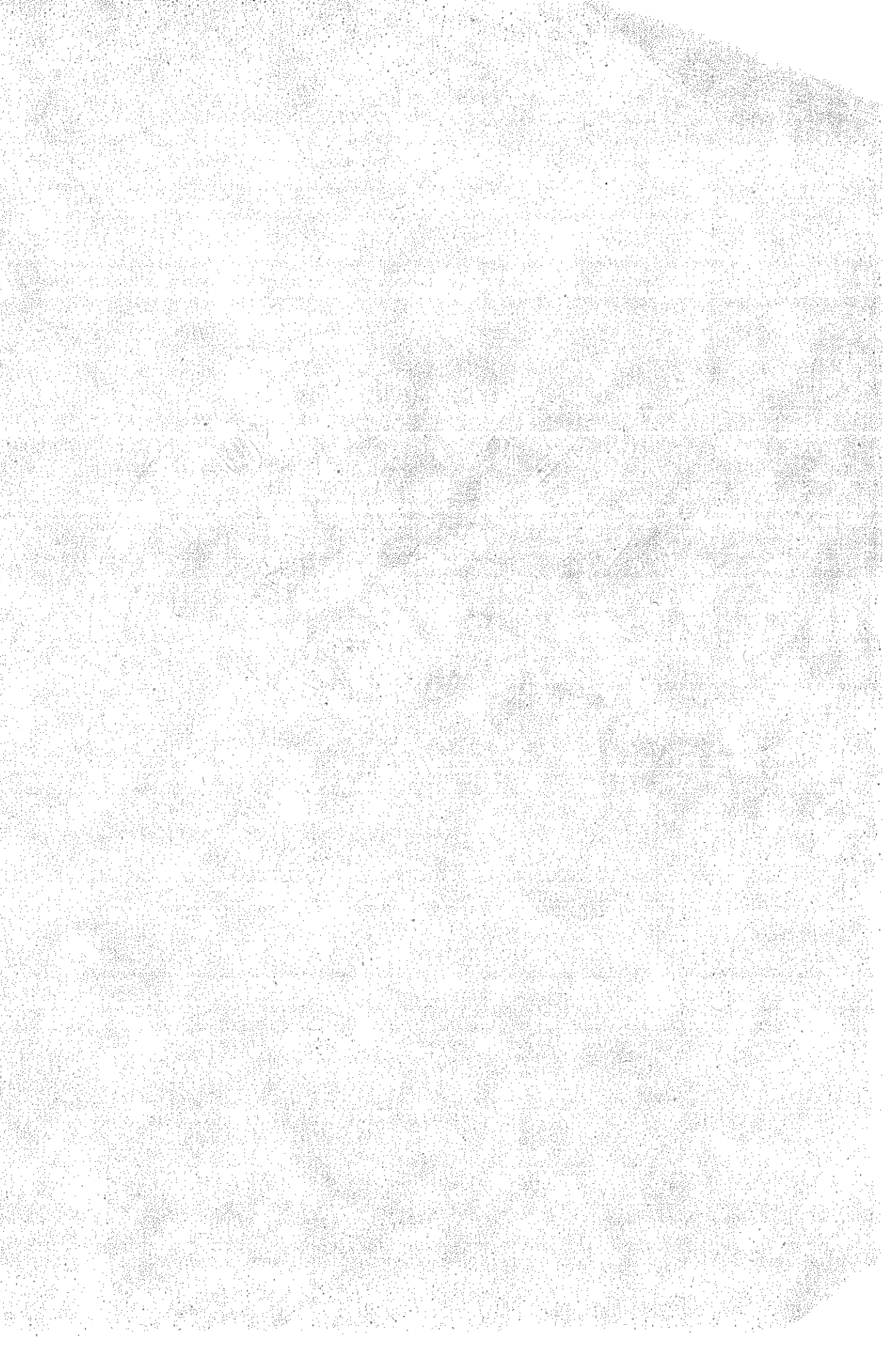
Akan tetapi kualitas air waduk Setiabudi yang dikatakan buruk tersebut masih memungkinkan bagi kehidupan fitoplankton, yaitu dengan ditemukannya 44 jenis fitoplankton dari filum Crysophyta, Chlorophyta, Cyanophyta dan Euglenophyta. Jenis *Spirogyra*, *Synedra* dan *Microcystis* merupakan fitoplankton yang mendominasi di perairan waduk Setiabudi, mempunyai kelimpahan yang tinggi dan selalu muncul pada tiap stasiun pengamatan selama penelitian.

Nilai produktivitas primer fitoplankton pada kedalaman 0.5 meter lebih besar dibandingkan dengan nilai produktivitas pada kedalaman 1.5 meter. Hal ini disebabkan karena pada kedalaman 1.5 meter cahaya matahari sudah mulai berkurang. Melihat besarnya nilai produktivitas primer yang diperoleh maka waduk Setiabudi berada pada tingkat eutrofikasi.

Hasil pengelompokan stasiun penelitian selama empat periode berdasarkan parameter fisika-kimia air dan keragaman jenis fitoplankton, diketahui bahwa stasiun penelitian cenderung berada dalam satu kesatuan, kecuali stasiun D, E1 dan E2.

Saran

Mengingat hasil proses aerasi perairan waduk Setiabudi belum dapat meningkatkan kualitas perairan waduk Setiabudi, maka proses pengolahan di waduk Setiabudi harus diperbaiki atau ditingkatkan dengan menambahkan proses filtrasi sebelum air limbah masuk ke dalam waduk, agar lebih efektif. Dengan demikian hasil pengolahan air limbah yang akan dibuang ke sungai Banjir Kanal dapat memenuhi syarat sebagai air baku air bersih yaitu sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air, khususnya Baku Mutu Air Golongan B.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 1990. Kualitas Lingkungan Di Indonesia. Kantor Menteri KLH. Pt. Intermedia. Jakarta.
- APHA. 1981. Standard methods for examination of water and waste water. APHA - AWWA - WPCF., Am. Public Health association, Washington.
- Barnes, R. S. K. 1980. The unity and diversity of aquatic system, pp. 5-21. In R. S. K. Barnes and K. H. Mann. eds. Fundamental of Aquatic Ecosystems. Balckwell Scientific Publications. London.
- Boyd, C. E. 1981. Water quality in warmwater fish ponds. Departement of Fisheries and Allied Aquacultures. Agricultural Experiment Station Auburn. Alabama.
- Clapham, W.B. 1973. Natural Ecocystem. Mac Millan Publ. Co., Inc. New York.
- Clark, J.R. 1977. Coastal ecosystem management. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Clifford, H.T. and W. Stephenson. 1975. An Introduction to Numerical Classification. academic Press, New York, San Fransisco, London.
- Davis, C. C. 1955. The marine and fresh water plankton. Michigan State University Press, USA.
- DPU RI. 1991. Standard Operasional Dan Prosedur (SOP) Waduk Setiabudi. PT. Sangkuriang. Jakarta.
- Dresscher, Th. G. N. and H. van der Mark. 1976. A simplified methode for the assessment of the quality of fresh and slightly brackish water. Hydrobiologia 48 (3) : 199-201.
- Fogg, G. E. 1980. Phytoplankton primary production. In R. S. K. Barnes and K. H. Mann, eds. Fundamentals of Aquatic Ecosystems. Balckwell Scientific Publications., Oxford.

- Goldman, C. R. and A. J. Horne. 1983. *Limnology*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Jalip, I.S. 1993. Peranan Aerasi Dalam Pengendalian Air Limbah Organik; Studi Kasus Waduk Setiabudi, Jakarta. Tesis. Program Pascasarjana, Jurusan Ilmu Perairan, IPB, Bogor.
- Jenkins, S. H. 1980. Editorial. Dalam *Eutrophication of Deep Lakes*. S.H. Jenkins (Ed.). Pergamon Press, Oxford.
- Jorgensen, S.E. 1980. *Lake Management*. Pergamon Press, Oxford.
- Legendre, L. and P. Legendre. 1983. *Numerical ecology*. Elsevier Scientific Publishing Comp. Amsterdam.
- Liaw, W. K. 1969. Chemical and biological studies of fish ponds and reservoirs in Taiwan. Reprinted from Chinese-American Joint Commission on Rural Reconstruction Fish. Series 7.
- Mackentum, K.M. 1969. The practise of water pollution biology. United State Departement of the Interior. Federal Water Pollution Control. Administration Division of Technical Support.
- Mahida, U. N. 1984. Pencemaran air dan pemanfaatan limbah industri. C.V. Rajawali. Jakarta.
- Mann, K.H. 1969. The dynamics of aquatic ecosystems. In J. B. Cragg, ed. *Ecological Research*. Academic Press. London.
- Mara, D. D. 1976. *Sewage Treatment in Hot Climate*. John Wiley and Sons, Ltd. Chichester. New York.
- Marra, J. and K. Heinemann. 1982. Photosynthesis respon by phytoplankton to sunlight variability. *Limnol. Oceanogr.* 27 (6): 1141-1153.
- Morgan, N.C. 1980. Secondary production. Dalam *The functioning of freshwater ecosystem*. E.D. Le Cren dan R.H.L. McConnel (eds.). Cambridge University Press, Cambridge.

- Mulligan, H. F. 1969. Management of aquatic vascular plants and algae. In Eutrophication : causes, consequences, corretives. Proceeding of a symposium. National Academy of Sciences. Washington D.C.
- Nielsen, L. K. 1979. The influence of sediments on changed phosphorus loading to hypertrophic L. Glumso. In J. Barica and L. R. Mur, eds. Hypertrophic Ecosystems. Dr. W. Junk by Publishers The Hague-Boston-London.
- Odum, E. P. 1983. Fundamental of Ecology. Third Edition. W. B. Saunders Company, London.
- Ott, W. R. 1978. Environmental Indices Theory and Practice. Ann Arbor Science, Washington.
- Pentacost, A. 1984. Introduction to Freshwater Algae. London Publ. Comp. Ltd. English.
- Pescod, M.B. 1973. Investigation of Rational Effluent Prowse, G. A. 1962. Diatom of Malayan Freshwater phytoplankton. Cambridge University Press., Cambridge.
- Ray, D. and N.G.S. Rao. 1964. Density of freshwater diatoms in reaction to some phisico chemical condition of water. Indian. J. Fish II (L).
- Reynolds, C. S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press., Cambridge.
- Saeni, M. S. 1989. Kimia Lingkungan. Depdikbud DirJen Dikti, PAU- Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor.
- Schwoerbel, J. 1987. Handbook of Limnology. Ellis Horwood. John Wiley & Sons. Chichester. New York.
- Sellers, B. H. and H. R. Markland. 1987. Decaying Lakes. John Wiley & Sons. Chichester. New York.
- Suriaatmadja, R.E. 1981. Ilmu Lingkungan. Penerbit ITB Bandung.

- Soeseno, S. 1974. Limnologi. Departemen Pertanian Dirjen Perikanan. Jakarta.
- Steele, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principle and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach 2 nd eds. Mc Graw-Hill Int. Book Co., Tokyo.
- Strickland. 1960. Measuring the Production of Marine Phytoplankton. Fish. Res. Board. Canada Bull.
- Sugiharto. 1989. Dasar-dasar Pengolahan Limbah. UI Press, Jakarta.
- Suwignyo, P., H. Siregar., E. Suwandi and W. Sumarsini. 1986. Indeks Mutu Lingkungan Perairan Ditinjau dari Segi Biologis. Asisten I Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Tonnoli, L. 1976. Ecological variables and their effect on aquatic fauna. Dalam Principles and methods for determining ecological on hydrobiocenoses. R. Amavis dan J Smeets (eds.). Pergamon Press Oxford.
- Umaly, R.C. and L.A. Cuvin. 1988. Limnology. Laboratory and Field Guide Physico-chemical Factors, Biological Factors. National Book Store Publ. Metro Manila, Philippines.
- Wardoyo, S.T.H. 1977. Pengelolaan Kualitas Air (Water Quality Management). Proyek Peningkatan Mutu Perguruan Tinggi, Institut Pertanian Bogor.
- Welch, E.B. and T. Lindell. 1980. Ecological effects of waste water. Cambridge Univ. Press. Cambridge, London.
- Wetzel, R. G. 1983. Limnology. Saunders College Publ. Philadelphia.

TERAS	PERIODE	STASIUN PENELITIAN											
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D	E1	E2
A	I	30.5	30.4	30.3	31.4	31.3	30.8	31.4	31.1	31.0	31.3	30.5	30.4
	II	31.0	31.0	30.2	30.8	31.3	30.7	31.0	30.8	31.1	31.1	30.5	30.9
	III	30.0	30.5	31.1	31.0	31.1	31.3	31.3	30.9	30.9	32.0	31.5	31.3
	IV	30.1	29.8	30.1	31.2	31.1	31.2	31.3	31.1	29.7	31.0	31.0	30.6
B	I	550	530	580	550	550	540	520	510	540	330	300	320
	II	555	575	550	560	560	535	590	600	640	515	310	315
	III	545	540	570	545	540	540	535	530	535	530	305	310
	IV	580	640	555	615	605	620	575	520	495	520	220	215
C	I	262	261	262	270	268	262	258	259	260	250	101	103
	II	269	270	264	278	282	274	279	272	270	281	150	150
	III	279	281	271	270	270	260	260	259	259	270	140	139
	IV	286	273	266	305	309	289	277	285	290	268	138	130
D	I	69	67	68	73	72	74	52	52	51	50	62	62
	II	75	76	76	80	77	76	66	66	63	35	50	48
	III	80	79	81	77	75	72	61	64	60	51	49	48
	IV	62	61	63	82	80	80	60	62	61	45	45	42
E	I	36	36	34	35	32	33	37	36	36	31	30	26
	II	34	33	32	30	29	31	32	33	32	30	30	29
	III	35	34	34	31	30	29	33	31	30	34	30	28
	IV	32	31	31	34	34	32	33	32	31	35	29	28
F	I	8.27	8.26	8.27	8.02	8.03	8.00	8.25	8.25	8.21	7.31	7.30	7.32
	II	8.04	8.10	7.95	7.88	7.69	7.91	7.98	7.84	7.91	7.78	7.40	7.32
	III	7.56	7.49	7.55	7.71	7.70	7.69	7.51	7.48	7.48	7.31	7.22	7.20
	IV	7.73	7.80	7.81	7.68	7.90	7.80	7.95	8.00	7.75	7.60	7.50	7.50
G	I	4.03	5.28	4.01	5.26	4.61	4.09	4.28	4.15	4.28	5.27	3.05	2.09
	II	4.00	5.71	4.19	5.70	5.76	4.00	6.81	6.55	5.85	5.70	2.40	2.59
	III	4.73	5.85	5.03	5.75	5.33	4.93	5.12	5.14	5.49	5.81	2.90	2.95
	IV	4.83	5.48	4.70	5.68	6.61	4.83	7.00	6.89	6.98	5.50	2.68	3.03
H	I	50.0	50.8	50.8	53.0	40.5	40.0	48.5	47.0	49.5	39.0	23.8	24.5
	II	62.5	59.3	58.5	54.0	35.0	34.5	58.0	57.5	59.0	34.0	23.0	23.5
	III	69.5	68.0	67.5	51.0	38.5	39.5	40.0	40.5	40.0	41.0	26.0	26.5
	IV	66.5	69.0	64.0	53.0	36.5	39.0	42.5	39.5	45.0	39.0	26.0	27.0
I	I	14.0	17.0	17.5	21.0	21.5	21.5	21.5	22.0	19.5	18.0	21.5	21.0
	II	22.3	21.5	20.8	33.8	31.8	30.8	22.8	22.0	21.9	13.9	20.8	21.6
	III	22.5	23.0	21.5	16.0	16.0	17.5	16.5	16.5	17.0	23.0	21.0	22.0
	IV	23.5	25.0	27.5	38.5	39.0	36.0	18.0	19.5	23.0	22.5	27.5	26.5
J	I	0.50	0.58	0.60	0.42	0.53	0.50	0.60	0.63	0.65	1.00	2.45	2.45
	II	0.50	0.51	0.50	0.49	0.49	0.49	0.51	0.49	0.50	0.80	1.12	1.13
	III	0.83	0.81	0.84	0.81	0.79	0.73	0.52	0.51	0.55	0.82	0.92	0.92
	IV	0.30	0.20	0.39	0.40	0.43	0.54	0.51	0.62	0.61	0.80	1.34	1.09
K	I	1.00	1.25	1.50	1.00	1.13	1.03	3.00	3.00	2.68	2.95	2.48	2.40
	II	0.90	1.01	0.92	1.18	1.20	1.15	1.75	1.79	1.76	2.83	0.64	0.61
	III	1.90	1.89	1.67	1.72	1.70	1.67	1.89	1.80	1.80	1.58	0.40	0.45
	IV	1.36	1.28	1.27	1.41	1.28	1.49	2.28	2.36	1.96	1.89	0.40	0.52
L	I	63.71	67.35	66.42	61.22	63.23	62.42	60.35	59.11	51.32	44.61	25.76	27.36
	II	59.97	58.57	59.90	68.71	67.97	69.01	59.08	58.56	57.72	47.57	30.66	31.30
	III	57.89	54.79	58.92	58.61	56.16	55.37	58.02	55.33	51.63	38.76	21.43	20.57
	IV	57.48	50.21	51.66	66.61	70.07	70.50	60.09	40.11	58.57	47.21	59.21	54.10

Lampiran 2. Hasil Rataan Analisis Parameter Fisika-Kimia Air Pada Influen Waduk Setiabudi Jakarta Selama Penelitian

Parameter Kualitas Air	Periode Pengamatan			
	I	II	III	IV
FISIKA				
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	31.4	31.0	32.2	31.8
DHL ($\mu\text{mhos/cm}$)	630	600	650	690
TDS (mg/l)	284	270	330	300
Kekeruhan (NTU)	50	52	50	53
KIMIA				
pH	7.56	7.56	7.54	7.52
COD (mg/l)	63.0	64.0	70.5	73.8
BOD ₅ (mg/l)	25.50	35.00	26.65	37.25
Nitrat (mg/l)	0.85	0.79	0.92	0.90
Fosfat (mg/l)	3.55	3.25	2.80	2.85
TOM (mg/l)	80.15	76.35	82.15	80.20

Tabel 3. Jenis-jenis Fitoplankton yang Tersaring
Di Waduk Setiabudi Selama Penelitian
(Sel x 10⁶ / liter)

NOMOR	JENIS FITOPLANKTON	PERIODE PENGAMATAN			
		I	II	III	IV
CRYSOPHYTA					
1.	<i>Cocconeis</i>	25	7	177	9
2.	<i>Cyclotella</i>	1	-	2	41
3.	<i>Gyrosigma</i>	-	-	2	-
4.	<i>Melosira</i>	1	-	-	-
5.	<i>Navicula</i>	-	2	-	-
6.	<i>Nitzchia</i>	1	-	-	-
7.	<i>Pinnularia</i>	-	-	-	1
8.	<i>Rhizosolenia</i>	-	-	1	2
9.	<i>Stauroneis</i>	-	1	-	-
10.	<i>Synedra</i>	31	159	70	61
11.	<i>Tabellaria</i>	-	-	-	6
CHLOROPHYTA					
12.	<i>Arthrodesmus</i>	-	-	-	2
13.	<i>Cylindrocystis</i>	4	-	-	-
14.	<i>Chlorella</i>	-	86	-	-
15.	<i>Dictyosphaerium</i>	-	52	6	152
16.	<i>Docidium</i>	3	-	-	-
17.	<i>Eudorina</i>	-	14	-	210
18.	<i>Gonatozygon</i>	-	-	-	-
19.	<i>Hairotina</i>	1	39	236	39
20.	<i>Hyalotheca</i>	-	-	-	1
21.	<i>Micrasterias</i>	-	-	-	2
22.	<i>Microspora</i>	3	21	-	38
23.	<i>Mougeotia</i>	1	1	-	-
24.	<i>Netrium</i>	-	-	4	-
25.	<i>Oocystis</i>	3	2	55	114
26.	<i>Pediastrum</i>	-	3	-	-
27.	<i>Pleurotaenium</i>	-	-	-	1
28.	<i>Scenedesmus</i>	-	1	-	-
29.	<i>Schroederia</i>	-	1	-	-
30.	<i>Spirogyra</i>	103	73	79	41
31.	<i>Stichococcus</i>	-	-	-	3
32.	<i>Ulothrix</i>	-	1	-	-
33.	<i>Volvox</i>	9	8	69	123

(Tabel 3 Lanjutan)

CYANOPHYTA					
34.	<i>Anabaenopsis</i>	2	22	7	-
35.	<i>Aphanotheca</i>	38	-	11	8
36.	<i>Chroococcus</i>	27	-	193	3
37.	<i>Coelosphaerium</i>	138	177	461	416
38.	<i>Dactylococcopsis</i>	-	-	1	3
39.	<i>Gomphophaeria</i>	-	8	-	10
40.	<i>Microcystis</i>	119	703	2079	5132
41.	<i>Oscillatoria</i>	23	19	10	17
42.	<i>Rivularia</i>	2	-	-	-
43.	<i>Spirulina</i>	-	-	2	-
EUGLENOPHYTA					
44.	<i>Phacus</i>	9	-	8	-

Tabel 4. Jenis-jenis Fitoplankton yang Tersaring pada Periode I Di Perairan Waduk Setiabudi (Sel x 10⁵ / liter)

JENIS FITOPLANKTON	STASIUN PENGAMATAN											
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D	E1	E2
CRYSOPHYTA												
<i>Cocconeis</i>	-	-	2	-	1	5	-	5	12	-	-	-
<i>Cyclotella</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Melosira</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra</i>	2	2	1	4	9	2	3	1	7	-	-	-
CHLOROPHYTA												
<i>Cylindrocystis</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Docidium</i>	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gonatozygon</i>	-	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Hairotina</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microspora</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mougeotia</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Oocystis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Spirogyra</i>	7	11	4	16	13	22	6	6	10	4	3	1
<i>Volvox</i>	1	1	1	-	-	-	-	1	3	1	1	-
CYANOPHYTA												
<i>Anabaenopsis</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Aphanotheca</i>	1	5	-	-	4	12	-	3	13	-	-	-
<i>Chroococcus</i>	-	25	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Coelosphaerium</i>	5	19	5	10	45	23	3	-	28	-	-	-
<i>Microcystis</i>	1	26	3	8	48	9	3	3	18	-	-	-
<i>Oscillatoria</i>	2	5	2	2	-	3	3	5	1	-	-	-
<i>Rivularia</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
EUGLENOPHYTA												
<i>Phacus</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	6	-	-	-

Tabel 5. Jenis-jenis Fitoplankton yang Tersaring pada Periode II Di Perairan Waduk Setiabudi (Sel x 10⁵ / liter)

JENIS FITOPLANKTON	STASIUN PENGAMATAN											
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D	E1	E2
CRYSOPHYTA												
<i>Cocconeis</i>	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Stauroneis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra</i>	5	9	12	40	4	18	4	54	13	-	-	-
CHLOROPHYTA												
<i>Chlorella</i>	-	62	-	-	-	15	9	-	-	-	-	-
<i>Dictyosphaerium</i>	-	-	1	1	-	-	50	-	-	-	-	-
<i>Eudorina</i>	6	-	4	-	-	-	3	-	-	1	-	-
<i>Hairotina</i>	-	-	-	5	-	-	34	-	-	-	-	-
<i>Microspora</i>	4	2	6	3	3	2	-	1	-	-	-	-
<i>Mougeotia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Oocystis</i>	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-
<i>Pediastrum</i>	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schroederia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Spirogyra</i>	12	5	5	9	9	7	11	5	2	4	2	2
<i>Ulothrix</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Volvox</i>	5	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
CYANOPHYTA												
<i>Aphanotheca</i>	3	3	-	-	4	5	7	-	-	-	-	-
<i>Coelosphaerium</i>	6	2	10	52	18	41	2	8	32	3	2	1
<i>Gomphosphaeria</i>	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-
<i>Microcystis</i>	22	26	25	370	31	5	196	11	13	2	1	1
<i>Oscillatoria</i>	2	3	6	2	1	2	-	2	1	-	-	-

Tabel 6. Jenis-jenis Fitoplankton yang Tersaring pada Periode III Di Perairan Waduk Setiabudi (Sel x 10³ / liter)

JENIS FITOPLANKTON	STASIUN PENGAMATAN											
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D	E1	E2
CRYSOPHYTA												
<i>Cocconeis</i>	-	26	31	6	8	15	8	29	54	-	-	-
<i>Cyclotella</i>	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gyrosigma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Rhizosolenia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Synedra</i>	5	15	17	7	11	-	3	5	7	-	-	-
CHLOROPHYTA												
<i>Dictyophaerium</i>	-	1	3	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Hairotina</i>	-	-	16	5	1	164	5	5	40	-	-	-
<i>Netrium</i>	-	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Oocystis</i>	17	16	4	-	5	6	2	1	4	-	-	-
<i>Spirogyra</i>	6	5	-	15	-	18	6	17	2	5	3	2
<i>Volvox</i>	17	7	8	17	1	2	-	2	13	1	1	-
CYANOPHYTA												
<i>Anabaenopsis</i>	-	6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Aphanotheca</i>	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i>	-	-	10	-	22	117	10	-	34	-	-	-
<i>Coelosphaerium</i>	23	83	34	90	51	62	46	13	59	-	-	-
<i>Dactylococcopsis</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microcystis</i>	38	184	302	157	163	160	132	423	520	-	-	-
<i>Oscillatoria</i>	-	5	-	-	-	-	-	-	1	2	1	1
<i>Spirulina</i>	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
EUGLENOPHYTA												
<i>Phacus</i>	-	4	-	1	1	-	-	2	-	-	-	-

Tabel 7. Jenis-jenis Fitoplankton yang Tersaring pada Periode IV Di Perairan Waduk Setiabudi (Sel x 10⁵ / liter)

JENIS FITOPLANKTON	STASIUN PENGAMATAN											
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D	E1	E2
CRYSOPHYTA												
<i>Cocconeis</i>	-	-	-	-	7	-	2	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella</i>	17	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-	-
<i>Pinnularia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Rhizosolenia</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra</i>	7	2	7	19	6	4	6	4	6	-	-	-
<i>Tabellaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
CHLOROPHYTA												
<i>Arthrodesmus</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyosphaerium</i>	6	-	2	-	6	21	7	66	42	1	1	-
<i>Eudorina</i>	-	-	-	-	-	165	-	-	36	-	-	-
<i>Hairotina</i>	-	-	-	-	2	29	-	8	-	-	-	-
<i>Hyalotheca</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Micrasterias</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Microspora</i>	3	4	4	9	4	-	11	3	-	-	-	-
<i>Oocystis</i>	11	1	1	24	27	8	15	9	18	-	-	-
<i>Pleurotaenium</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Spirogyra</i>	2	3	2	4	8	3	6	4	3	3	2	1
<i>Stichococcus</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Volvox</i>	28	3	-	3	-	19	20	17	6	17	10	7
CYANOPHYTA												
<i>Aphanotheca</i>	-	-	-	4	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i>	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelosphaerium</i>	4	37	37	-	113	-	192	4	26	-	-	-
<i>Dactylococcopsis</i>	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Gomphophaeria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
<i>Microcystis</i>	202	138	347	321	519	857	844	1043	817	23	15	6
<i>Oscillatoria</i>	-	-	2	3	-	5	2	2	3	-	-	-

Lampiran 8. Matriks Korelasi Kelimpahan, Produktivitas Primer Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimia Air pada Periode I Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

	FITO	PP	SUHU	DHL	TDS	KERUH	CERAH	pH
PP	0.708 ^{**}							
SUHU	0.378	0.326						
DHL	0.807 ^{**}	0.557 ^{**}	0.158					
TDS	0.832 ^{**}	0.489 [*]	0.446 [*]	0.833 ^{**}				
KERUH	0.597 ^{**}	0.686 ^{**}	-0.212	0.235	0.158			
CERAH	0.315	0.184	0.224	0.779 ^{**}	0.776 ^{**}	-0.184		
pH	0.749 ^{**}	0.344	0.069	0.952 ^{**}	0.770 ^{**}	0.033	0.876 ^{**}	
DO	0.679 ^{**}	0.320	-0.184	0.851 ^{**}	0.691 ^{**}	0.235	0.826 ^{**}	0.907 ^{**}
COD	0.478 [*]	0.010	0.237	0.594 ^{**}	0.856 ^{**}	-0.147	0.760 ^{**}	0.649 ^{**}
BOD5	0.535 ^{**}	0.242	0.468 [*]	-0.209	-0.305	-0.183	0.334	-0.293
NITRAT	-0.855 ^{**}	-0.541 ^{**}	-0.408 [*]	-0.888 ^{**}	-0.991 ^{**}	-0.203	0.803 ^{**}	-0.826 ^{**}
FOSFAT	-0.512 ^{**}	-0.740 ^{**}	0.258	-0.495 ^{**}	-0.316	-0.926 ^{**}	0.086	-0.341
TOM	0.811 ^{**}	0.542 ^{**}	0.199	0.928 ^{**}	0.919 ^{**}	0.335	0.765 ^{**}	0.884 ^{**}
	DO	COD	BOD5	NITRAT	FOSFAT			
COD	0.643 ^{**}							
BOD5	-0.541 ^{**}	-0.580 ^{**}						
NITRAT	-0.744 ^{**}	-0.810 ^{**}	0.287					
FOSFAT	-0.505 ^{**}	-0.002	0.294	0.385 [*]				
TOM	0.853 ^{**}	0.735 ^{**}	-0.339	-0.949 ^{**}	-0.527 ^{**}			

Keterangan : * Korelasi nyata pada aras 0.05
 ** Korelasi sangat nyata pada aras 0.01

Lampiran 9. Matriks Korelasi Kelimpahan, Produktivitas Primer Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimia Air Pada Periode II Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

	FITO	PP	SUHU	DHL	TDS	KERUH	CERAH	pH
PP	0.725 ^{**}							
SUHU	0.034	-0.057						
DHL	0.737 ^{**}	0.805 ^{**}	0.208					
TDS	0.776 ^{**}	0.841 ^{**}	0.117	0.957 ^{**}				
KERUH	0.795 ^{**}	0.854 ^{**}	0.299	0.423 [*]	0.510 ^{**}			
CERAH	-0.398 [*]	0.527 ^{**}	0.355	0.542 ^{**}	0.463 [*]	0.383		
pH	0.784 ^{**}	0.842 ^{**}	0.248	0.835 ^{**}	0.854 ^{**}	0.617 ^{**}	0.775 ^{**}	
DO	0.693 ^{**}	0.780 ^{**}	0.164	0.718 ^{**}	0.612 ^{**}	0.564 ^{**}	0.794 ^{**}	0.767 ^{**}
COD	0.427 [*]	0.541 ^{**}	0.352	0.766 ^{**}	0.672 ^{**}	0.214	0.857 ^{**}	0.811 ^{**}
BOD5	0.569 ^{**}	0.517 ^{**}	0.340	0.115	0.235	0.701 ^{**}	-0.283	0.085
NITRAT	-0.884 ^{**}	-0.972 ^{**}	0.004	-0.898 ^{**}	-0.918 ^{**}	-0.772 ^{**}	-0.577 ^{**}	-0.886 ^{**}
FOSFAT	0.097	0.013	0.407	0.617 ^{**}	0.551 ^{**}	-0.414 [*]	0.087	0.273
TOM	0.942 ^{**}	0.890 ^{**}	0.111	0.808 ^{**}	0.891 ^{**}	0.801 ^{**}	0.344	0.774 ^{**}
	DO	COD	BOD5	NITRAT	FOSFAT			
COD	0.809 ^{**}							
BOD5	0.003	-0.419 [*]						
NITRAT	-0.772 ^{**}	-0.643 ^{**}	-0.405 [*]					
FOSFAT	0.148	0.462 [*]	-0.366	-0.237				
TOM	0.566 ^{**}	0.406 [*]	0.614 ^{**}	-0.952 ^{**}	0.177			

Keterangan : * Korelasi nyata pada aras 0.05
 ** Korelasi sangat nyata pada aras 0.01

Lampiran 10. Matriks Korelasi Kelimpahan, Produktivitas Primer Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimia Air Pada Periode III Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

	FITO	PP	SUHU	DHL	TDS	KERUH	CERAH	pH
PP	0.744 ^{**}							
SUHU	-0.625 ^{**}	-0.598 ^{**}						
DHL	0.725 ^{**}	0.895 ^{**}	-0.356					
TDS	0.368	0.930 ^{**}	-0.453 [*]	0.983 ^{**}				
KERUH	0.741 ^{**}	0.823 ^{**}	-0.296	0.614 ^{**}	0.725 ^{**}			
CERAH	-0.157	0.361	-0.379	0.514 ^{**}	0.583 ^{**}	0.416 [*]		
pH	0.827 ^{**}	0.889 ^{**}	-0.515 ^{**}	0.723 ^{**}	0.754 ^{**}	0.832 ^{**}	0.096	
DO	0.889 ^{**}	0.834 ^{**}	-0.383	0.562 ^{**}	0.655 ^{**}	0.824 ^{**}	0.296	0.712 ^{**}
COD	0.397	0.568 ^{**}	-0.557 ^{**}	0.588 ^{**}	0.688 ^{**}	0.704 ^{**}	0.868 ^{**}	0.322
BOD5	-0.553 ^{**}	-0.430 [*]	-0.015	-0.261	-0.209	-0.174	0.594 ^{**}	-0.596 ^{**}
NITRAT	-0.614 ^{**}	-0.497 [*]	0.302	-0.484 [*]	-0.421 [*]	-0.005	0.021	-0.291
FOSFAT	0.830 ^{**}	0.946 ^{**}	-0.359	0.965 ^{**}	0.977 ^{**}	0.693 ^{**}	0.538 ^{**}	0.747 ^{**}
TOM	0.980 ^{**}	0.941 ^{**}	-0.673 ^{**}	0.872 ^{**}	0.916 ^{**}	0.829 ^{**}	0.425 [*]	0.884 ^{**}
	DO	COD	BOD5	NITRAT	FOSFAT			
COD	0.565 ^{**}							
BOD5	-0.279	0.452 [*]						
NITRAT	-0.436 [*]	0.093	0.513 ^{**}					
FOSFAT	0.737 ^{**}	0.630 ^{**}	-0.262	-0.575 ^{**}				
TOM	0.845 ^{**}	0.575 ^{**}	-0.392 [*]	-0.515 ^{**}	0.945 ^{**}			

Keterangan : * Korelasi nyata pada aras 0.05
 ** Korelasi sangat nyata pada aras 0.01

Lampiran 11. Matriks Korelasi Kelimpahan, Produktivitas Primer Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimia Air Pada Periode IV di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

	FITO	PP	SUHU	DHL	TDS	KERUH	CERAH	pH
PP	0.725 ^{**}							
SUHU	-0.052	-0.118						
DHL	0.751 ^{**}	0.890 ^{**}	-0.142					
TDS	0.829 ^{**}	0.927 ^{**}	-0.144	0.948 ^{**}				
KERUH	0.550 ^{**}	0.632 ^{**}	0.129	0.800 ^{**}	0.821 ^{**}			
CERAH	0.487 [*]	0.618 ^{**}	0.251	0.737 ^{**}	0.792 ^{**}	0.855 ^{**}		
pH	0.878 ^{**}	0.854 ^{**}	-0.058	0.695 ^{**}	0.724 ^{**}	0.395 [*]	0.477 [*]	
DO	0.847 ^{**}	0.781 ^{**}	-0.245	0.519 ^{**}	0.580 ^{**}	0.091	0.114	0.804 ^{**}
COD	0.207	0.460 [*]	-0.538 ^{**}	0.602 ^{**}	0.482 [*]	0.189	0.208	0.258
BOD5	-0.073	0.046	0.026	0.196	0.163	0.562 ^{**}	0.192	-0.128
NITRAT	-0.680 ^{**}	-0.833 ^{**}	0.385	-0.925 ^{**}	-0.850 ^{**}	0.588 ^{**}	-0.517 ^{**}	-0.657 ^{**}
FOSFAT	0.715 ^{**}	0.721 ^{**}	0.164	0.608 ^{**}	0.725 ^{**}	0.429 [*]	0.637 ^{**}	0.733 ^{**}
TOM	0.523 ^{**}	0.775 ^{**}	-0.076	0.856 ^{**}	0.865 ^{**}	0.848 ^{**}	0.705 ^{**}	0.537 ^{**}
	DO	COD	BOD5	NITRAT	FOSFAT			
COD	0.292							
BOD5	-0.269	-0.277						
NITRAT	-0.617 ^{**}	-0.721 ^{**}	-0.133					
FOSFAT	0.626 ^{**}	0.261	-0.425 [*]	-0.465 [*]				
TOM	0.430 [*]	0.273	0.471 [*]	-0.738 ^{**}	0.438 [*]			

Keterangan : * Korelasi nyata pada aras 0.05
 ** Korelasi sangat nyata pada aras 0.01

Lampiran 12. Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air
Terhadap Kelimpahan Fitoplankton Pada
Periode I Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	266.45	40.01	6.66	0.022
DHL	34.796	6.704	5.19	0.035
TDS	-0.06760	0.02465	-2.74	0.111
KERUH	-1.0268	0.1116	-9.20	0.012
pH	-27.802	3.992	-6.96	0.020
DO	2.7809	0.2339	11.89	0.007
BOD5	-0.36262	0.02902	12.50	0.006
NITRAT	4.884	1.728	-2.83	0.106
FOSFAT	-7.4183	0.5976	-12.41	0.006
TOM	0.38399	0.06068	6.33	0.024

s = 0.08330

R-sq = 99.9%

R-sq(adj) = 99.7%

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	23.1409	2.5712	370.54	0.003
Error	2	0.0139	0.0069		
Total	11	23.1548			

SOURCE	DF	SEQ SS
DHL	1	15.0790
TDS	1	1.9261
KERUH	1	0.0175
pH	1	0.0010
DO	1	0.0024
BOD5	1	2.5515
NITRAT	1	0.0036
FOSFAT	1	3.2819
TOM	1	0.2779

Lampiran 13. Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air
Terhadap Kelimpahan Fitoplankton Pada
Periode II Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-102.54	24.82	-4.13	0.054
DHL	24.68	12.04	2.05	0.177
TDS	-0.02702	0.02587	-1.04	0.406
KERUH	0.28940	0.09815	2.95	0.098
pH	4.351	1.309	3.32	0.080
DO	0.8266	0.2743	3.01	0.095
BOD5	-0.0250	0.1234	-0.20	0.858
NITRAT	36.04	12.97	2.78	0.109
FOSFAT	-3.082	1.231	2.50	0.129
TOM	0.2861	0.1768	1.62	0.247

s = 0.3062 R-sq = 99.2% R-sq(adj) = 95.6%

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	9	23.3230	2.5914	27.65	0.035
Error	2	0.1875	0.0937		
Total	11	23.5104			

SOURCE	DF	SEQ SS
DHL	1	12.7733
TDS	1	1.3941
KERUH	1	5.3157
pH	1	0.0127
DO	1	0.0469
BOD5	1	2.3949
NITRAT	1	0.7317
FOSFAT	1	0.4080
TOM	1	0.2455

Lampiran 14. Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air
Terhadap Kelimpahan Fitoplankton Pada
Periode III Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	7.20	46.33	0.16	0.886
DHL	34.91	33.90	1.03	0.379
KERUH	0.1030	0.1638	0.63	0.574
pH	-1.905	6.827	-0.28	0.798
DO	1.0089	0.9390	1.07	0.361
BOD5	-0.0417	0.2445	-0.17	0.875
NITRAT	9.30	10.60	-0.88	0.445
FOSFAT	-8.007	8.842	-0.91	0.432
TOM	0.0302	0.1872	0.16	0.882

s = 0.7245

R-sq = 96.2%

R-sq(adj) = 86.2%

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
Regression	8	40.2006	5.0251	9.57	0.045
Error	3	1.5748	0.5249		
Total	11	41.7754			

SOURCE	DF	SEQ SS
DHL	1	21.9781
KERUH	1	5.8777
pH	1	2.4661
DO	1	8.2402
BOD5	1	0.9856
NITRAT	1	0.1861
FOSFAT	1	0.4531
TOM	1	0.0137

Lampiran 15. Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air
Terhadap Kelimpahan Fitoplankton Pada
Periode IV Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-28.819	6.621	-4.35	0.049
DHL	3.778	4.445	-0.85	0.485
TDS	-0.011060	0.009273	-1.19	0.355
KERUH	0.24028	0.09656	2.49	0.131
pH	3.0463	0.9736	3.13	0.089
DO	1.2847	0.2824	4.55	0.045
BOD5	-0.20748	0.09541	-2.17	0.162
NITRAT	1.802	1.070	1.68	0.234
FOSFAT	-2.594	1.032	-2.51	0.129
TOM	0.01244	0.01280	0.97	0.434

s = 0.1921

R-sq = 99.7%

R-sq(adj) = 98.5%

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	9	26.2906	2.9212	79.12	0.013
Error	2	0.0738	0.0369		
Total	11	26.3644			

SOURCE	DF	SEQ SS
DHL	1	14.8849
TDS	1	3.5524
KERUH	1	1.2594
pH	1	3.1341
DO	1	2.7497
BOD5	1	0.0142
NITRAT	1	0.3648
FOSFAT	1	0.2962
TOM	1	0.0349

Lampiran 16. Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Produktivitas Primer Fitoplankton Pada Periode I Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	4151	2336	1.78	0.217
DHL	583.2	391.3	1.49	0.275
KERUH	-1.408	1.439	-0.98	0.431
TURB	-13.019	6.516	-2.00	0.184
pH	-423.5	233.0	-1.82	0.211
DO	38.46	13.65	2.82	0.106
BOD5	9.824	1.694	5.80	0.028
NITRAT	-132.5	100.9	-1.31	0.319
FOSFAT	-117.70	34.88	-3.37	0.078
TOM	4.140	3.542	1.17	0.363

s = 4.862

R-sq = 99.7%

R-sq(adj) = 98.3%

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	9	14898.8	1655.4	70.02	0.014
Error	2	47.3	23.6		
Total	11	14946.1			

SOURCE	DF	SEQ SS
DHL	1	4633.4
TDS	1	31.4
KERUH	1	4956.6
pH	1	1371.3
DO	1	272.7
BOD5	1	2017.5
NITRAT	1	176.9
FOSFAT	1	1406.8
TOM	1	32.3

Lampiran 17. Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Produktivitas Primer Fitoplankton Pada Periode II Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	35.07	14.54	2.41	0.137
DHL	4.240	2.436	1.74	0.224
TDS	-0.010798	0.008956	-1.21	0.351
KERUH	-0.09703	0.04055	-2.39	0.139
pH	-3.187	1.450	-2.20	0.159
DO	0.34679	0.08499	4.08	0.055
BOD5	0.07188	0.01054	6.82	0.021
NITRAT	-1.0384	0.6279	-1.65	0.240
FOSFAT	-0.8523	0.2171	-3.93	0.059
TOM	0.02862	0.02204	1.30	0.324

s = 0.03026

R-sq = 99.8%

R-sq(adj) = 98.7%

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	9	0.751499	0.083500	91.17	0.011
Error	2	0.001832	0.000916		
Total	11	0.753330			

SOURCE	DF	SEQ SS
DHL	1	0.279284
TD5	1	0.002048
KERUH	1	0.221372
pH	1	0.044729
DO	1	0.004037
BOD5	1	0.109120
NITRAT	1	0.012267
FOSFAT	1	0.077097
TOM	1	0.001544

Lampiran 18. Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Produktivitas Primer Fitoplankton Pada Periode III Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-8.36	11.65	-0.72	0.547
DHL	4.403	8.757	0.50	0.665
TDS	0.01782	0.01614	1.10	0.385
KERUH	0.01203	0.03081	0.39	0.734
pH	1.280	1.754	0.73	0.542
DO	0.3029	0.1746	1.73	0.225
BOD5	0.00259	0.04829	0.05	0.962
NITRAT	-2.028	2.166	-0.94	0.448
FOSFAT	-1.917	1.662	-1.15	0.368
TOM	-0.00845	0.04161	-0.20	0.858

s = 0.1346

R-sq = 99.6%

R-sq(adj) = 97.8%

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	9	8.86384	0.98487	54.38	0.018
Error	2	0.03622	0.01811		
Total	11	8.90007			

SOURCE	DF	SEQ SS
DHL	1	7.13666
TDS	1	0.66508
KERUH	1	0.41148
pH	1	0.25001
DO	1	0.33891
BOD5	1	0.03224
NITRAT	1	0.00000
FOSFAT	1	0.02871
TOM	1	0.00075

Lampiran 19. Analisis Regresi Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Produktivitas Primer Fitoplankton Pada Periode IV Di Perairan Waduk Setiabudi Jakarta

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-1.527	3.601	-0.42	0.700
DHL	0.592	1.987	0.30	0.785
KERUH	0.06857	0.03096	2.21	0.114
pH	0.4819	0.5191	0.93	0.422
DO	0.3395	0.1015	3.34	0.044
BOD5	-0.07015	0.03586	-1.96	0.145
NITRAT	-0.6133	0.4822	1.27	0.293
FOSFAT	-0.9783	0.4612	-2.12	0.124
TOM	-0.009244	0.007079	-1.31	0.283

s = 0.1063

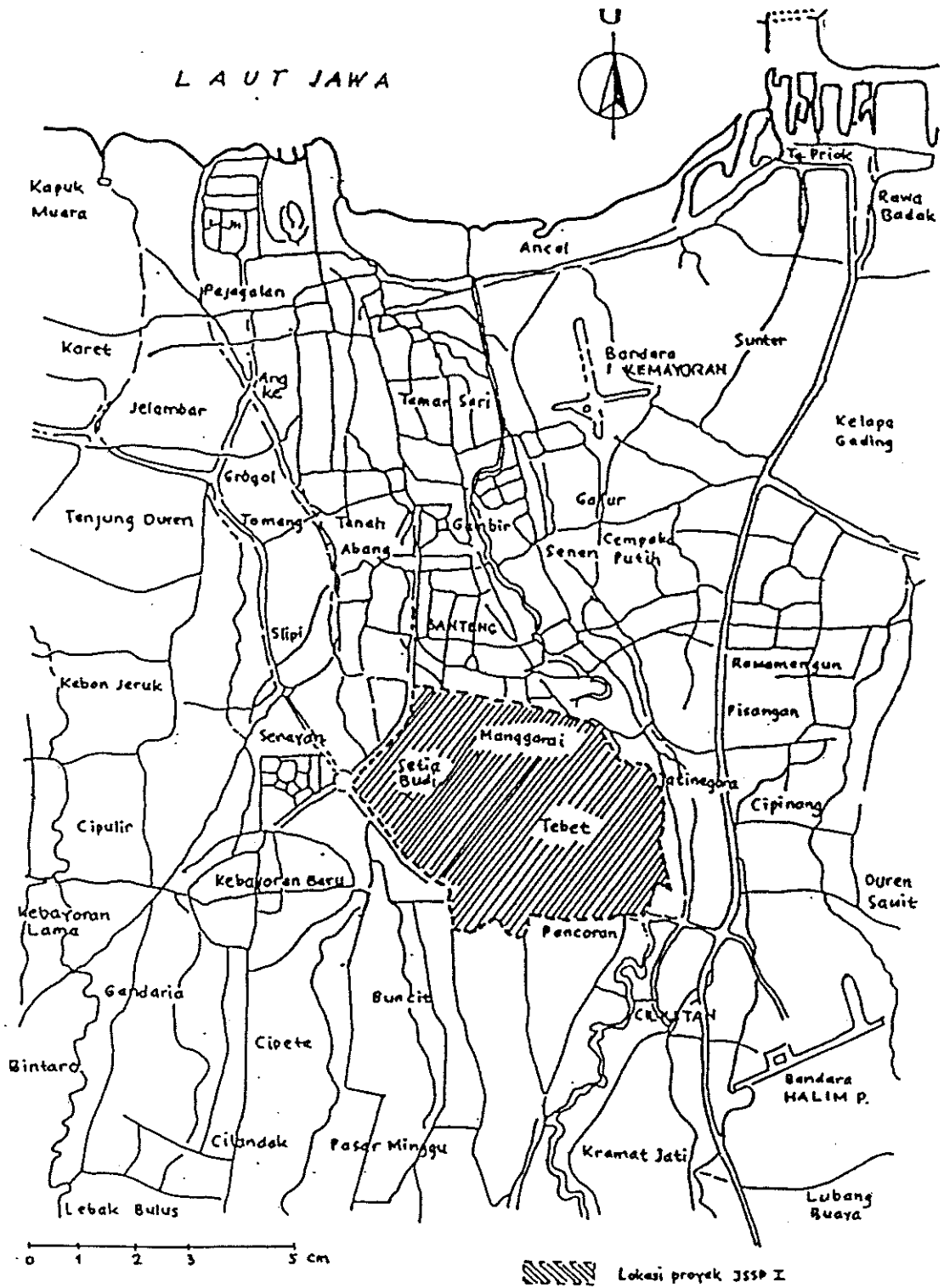
R-sq = 98.4%

R-sq(adj) = 94.1%

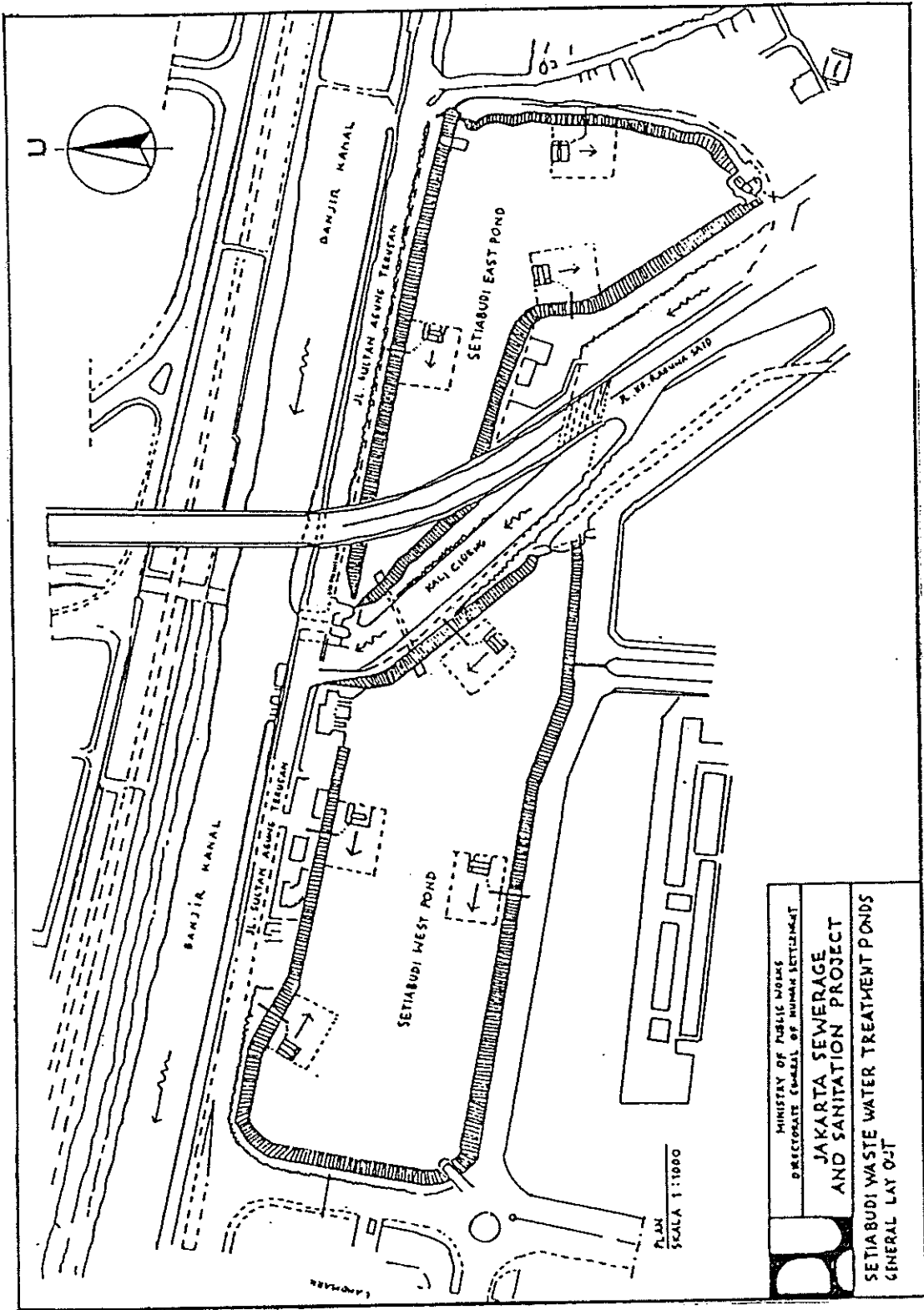
ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	8	2.07114	0.25889	22.93	0.013
Error	3	0.03387	0.01129		
Total	11	2.10501			

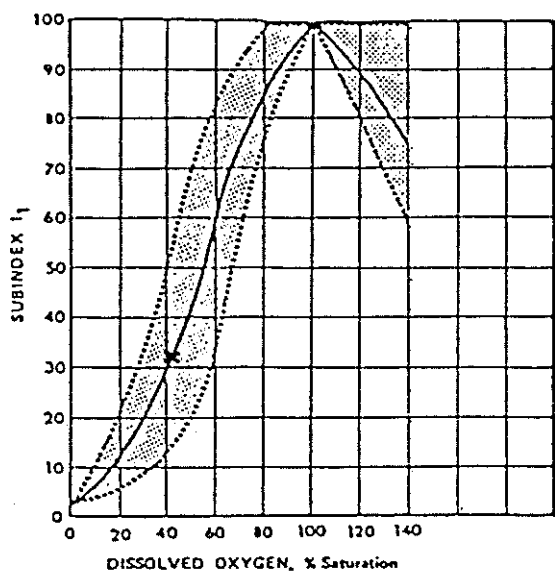
SOURCE	DF	SEQ SS
DHL	1	1.66784
KERUH	1	0.03743
pH	1	0.18839
DO	1	0.11245
BOD5	1	0.00261
NITRAT	1	0.00622
FOSFAT	1	0.03696
TOM	1	0.01925



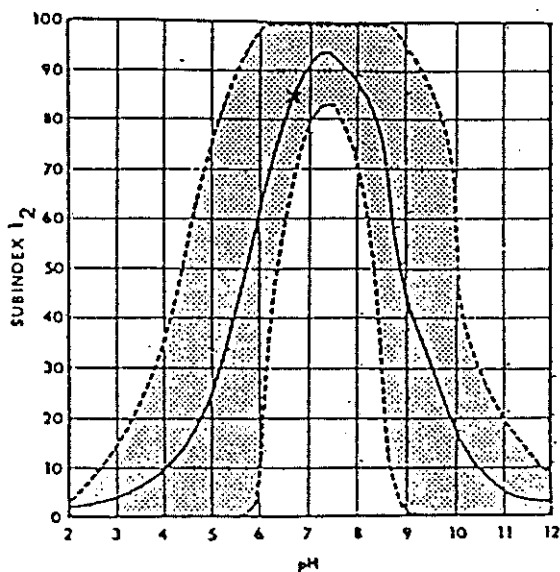
Gambar 1. Lokasi Proyek Jakarta Sewerage And Sanitation Project (JSSP)



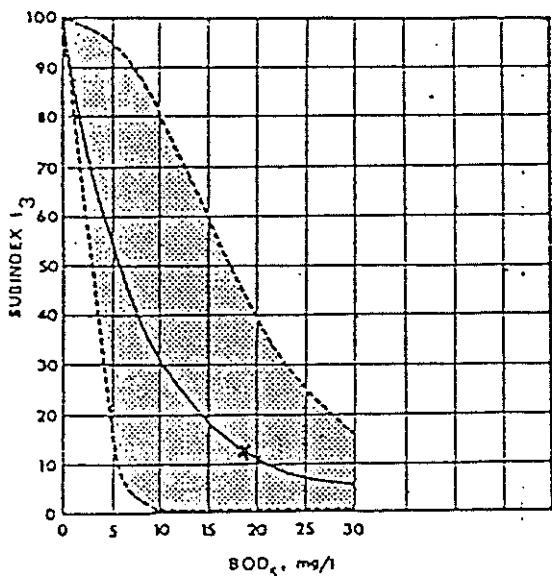
Gambar 2. WADUK SETIABUDI JAKARTA



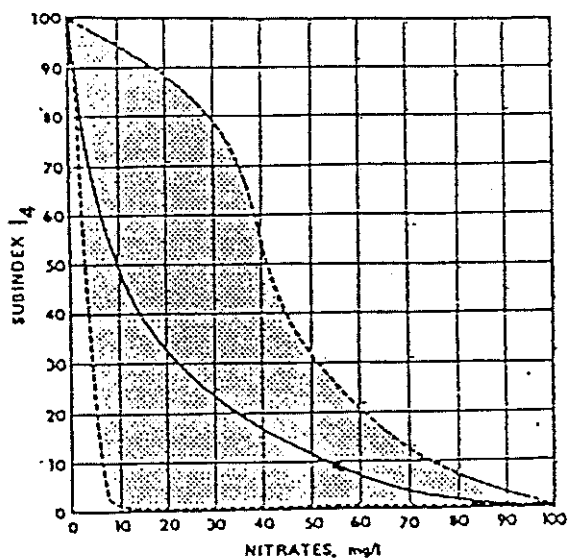
Gambar 3a. Kurva Sub-indeks Oksigen Terlarut (DO > 140%, $I_1 = 50$)



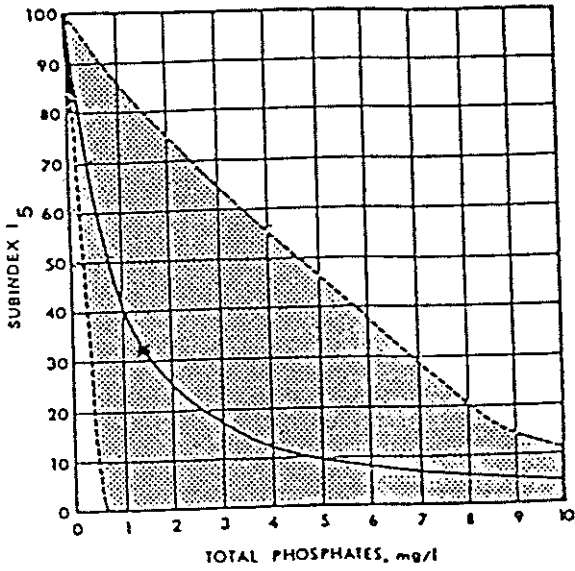
Gambar 3b. Kurva Sub-indeks pH Berdasarkan NSF-WQI



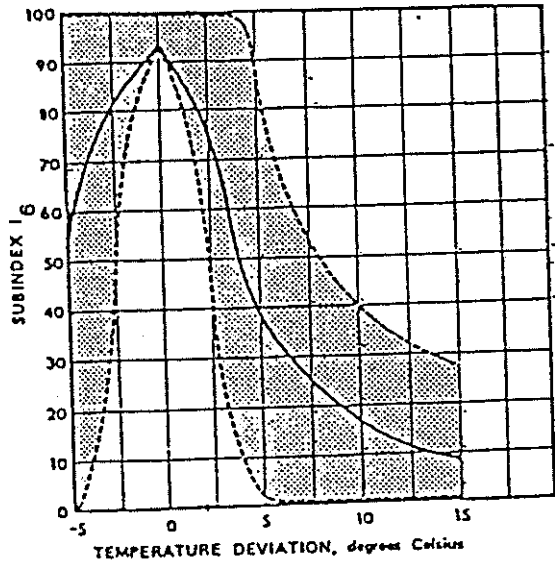
Gambar 3c. Kurva Sub-indeks BOD_5 ($BOD_5 > 30$, $I_3 = 2$)⁵



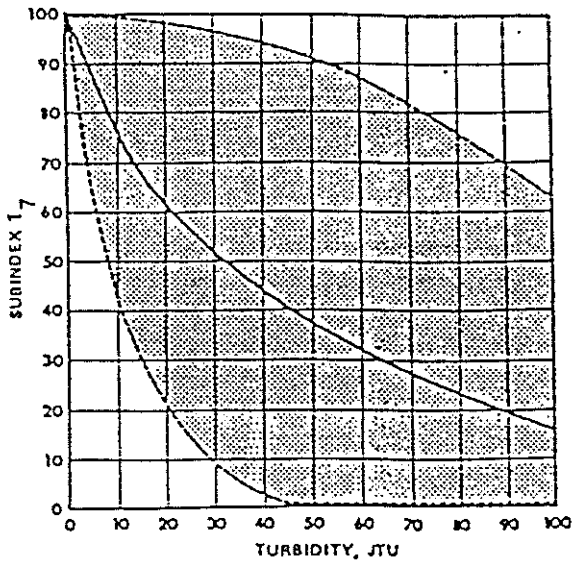
Gambar 3d. Kurva Sub-indeks Nitrat Berdasarkan NSF-WQI



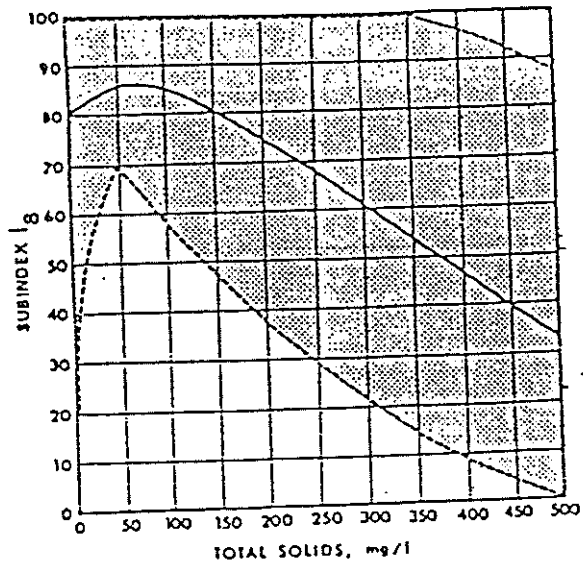
Gambar 3e. Kurva Sub-indeks Fosfat (> 10 mg/l, I₅ = 2)



Gambar 3f. Kurva Sub-indeks Suhu (T > 15^o, I₆ = 5)



Gambar 3g. Kurva Sub Indeks Kekeruhan (> 100 NTU, I₇ = 5)



Gambar 3h. Kurva Sub-indeks TDS (> 500 mg/l, I₈ = 20)