

**DISTRIBUSI VERTIKAL ZOOPLANKTON DI WADUK WONOREJO
KECAMATAN PAGERWOJO KABUPATEN TULUNGAGUNG
PROPINSI JAWA TIMUR**

**LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Oleh :
INTAN CINDY HAMID KOSO
NIM. 0410810040**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN
MALANG
2008**

**DISTRIBUSI VERTIKAL ZOOPLANKTON DI WADUK WONOREJO
KECAMATAN PAGERWOJO KABUPATEN TULUNGAGUNG
JAWA TIMUR**

Oleh :
INTAN CINDY HAMID KOSO
NIM. 0410810040

**Mengetahui,
Ketua Jurusan**

Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS

NIP. 131 471 522

Tanggal :

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**

Ir. HERWATI UMI S, MS

NIP. 130 819 400

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

ASUS MAIZAR S, S.Pi,MP

NIP. 132 306 504

Tanggal :

DISTRIBUSI VERTIKAL ZOOPLANKTON DI WADUK WONOREJO

KECAMATAN PAGERWOJO KABUPATEN TULUNGAGUNG

PROPINSI JAWA TIMUR

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan

Pada Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya

Oleh :

INTAN CINDY HAMID KOSO

NIM. 0410810040

DOSEN PENGUJI I

(Dr. UUN YANUHAR, S.Pi., MSi)

TANGGAL :

DOSEN PENGUJI II

(Ir. MUH. MUSA, MS)

TANGGAL :

MENYETUJUI,

DOSEN PEMBIMBING I

(Ir. HERWATI UMI S,MS)

TANGGAL :

DOSEN PEMBIMBING II

(ASUS MAIZAR S, S.Pi.,MP)

TANGGAL :

MENGETAHUI,

KETUA JURUSAN

(Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS.)

TANGGAL :

RINGKASAN

Intan Cindy Hamid Koso. DISTRIBUSI VERTIKAL ZOOPLANKTON DI WADUK WONOREJO KECAMATAN PAGERWOJO KABUPATEN TULUNGAGUNG PROPINSI JAWA TIMUR. Dibawah bimbingan **Ir. Herwati Umi S, MS dan Asus Maizar S, S.Pi.,MP.**

Waduk adalah perairan berhenti atau menggenang yang terjadi karena dibuat oleh manusia dengan cara membendung sungai, kemudian airnya disimpan. waduk Wonorejo dialiri oleh tiga aliran sungai yaitu sungai Wangi, sungai Putih dan sungai Bodeng. Manfaat dari waduk Wonorejo antara lain penyediaan air baku untuk industri dan rumah tangga bagi Kota Surabaya, pembangkit listrik, pengendalian banjir di Tulungagung, perikanan darat dan pariwisata. Informasi tentang pendugaan komposisi, kelimpahan dan pola distribusi vertikal zooplankton, penting artinya dapat digunakan sebagai informasi dasar dalam manajemen waduk Wonorejo.

Penelitian tentang Distribusi Vertikal Zooplankton di Waduk Wonorejo Kecamatan Pagerwojo Kabupaten Tulungagung Propinsi Jawa Timur ini dilaksanakan di perairan umum Waduk Wonorejo, Kecamatan Pagerwojo, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur dan Laboratorium Ilmu-Ilmu Perairan Universitas Brawijaya Malang. Adapun pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Maret – April 2008. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air, pola distribusi vertikal zooplankton, kelimpahan, komposisi dan keanekaragaman zooplankton.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Survei pada umumnya adalah melakukan pengumpulan sejumlah unit (satuan) individu dalam waktu yang bersamaan. Pengambilan sampel pada waduk Wonorejo dilakukan di 3 stasiun yaitu stasiun I (daerah dekat dermaga), stasiun II (pertemuan tiga muara sungai) dan stasiun III (daerah outlet waduk) dengan 4 kedalaman yaitu 0 cm (permukaan), 30 cm, 60 cm dan 90 cm . Pengambilan sampel ini dilakukan empat kali dengan selang waktu satu minggu dan pada pengambilan sampel keempat dilakukan pada periode waktu yang berbeda, yaitu pada pukul 06.00, 09.00 dan 12.00.

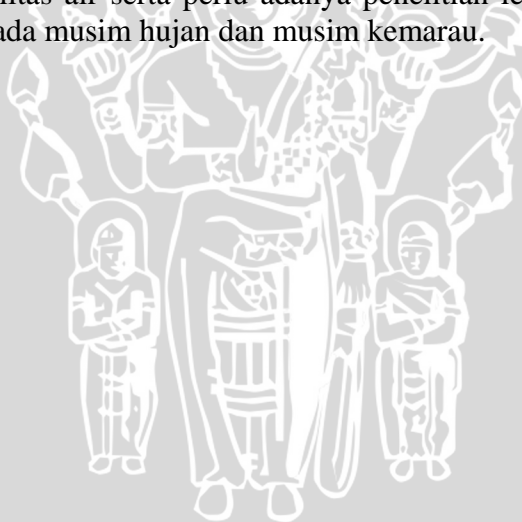
Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan kondisi kualitas air di Waduk Wonorejo sebagai berikut : suhu berkisar antara 27°C – 31°C, nilai kecerahan berkisar antara 71 cm – 103 cm, pH perairan berkisar 7 – 8, oksigen terlarut berkisar antara 5,05 mg/l – 7,93 mg/l, kandungan bahan organik (TOM) berkisar antara 3,79 mg/l – 10,11 mg/l.

Berdasarkan hasil penelitian, pola distribusi vertikal zooplankton selama penelitian di waduk Wonorejo dikelompokkan menjadi 4 tipe pola distribusi yaitu Pola A rendah dipermukaan, kemudian meningkat pada kedalaman 30 cm, 60 cm, dan menurun pada kedalaman 90 cm. Pola B rendah dipermukaan, kemudian terus meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pola C rendah dipermukaan, kemudian meningkat pada kedalaman 30 cm, menurun pada kedalaman 60 cm dan meningkat lagi pada kedalaman 90 cm. Pola distribusi vertikal zooplankton harian di waduk Wonorejo

dikelompokkan menjadi 3 pola distribusi yaitu Pola A, Pola B dan Pola D. Pola D, yaitu pada permukaan sampai kedalaman nilai jumlah kelimpahannya sama.

Berdasarkan hasil penelitian, kelimpahan zooplankton selama penelitian berkisar antara 2 ind/ml – 16 ind/ml. Sedangkan kelimpahan zooplankton pada periode waktu berbeda pada jam 06.00 – 09.00 berkisar antara 6 ind/ml – 14 ind/ml, jam 09.00 – 12.00 berkisar antara 0 ind/ml – 12 ind/ml dan jam 12.00 – 15.00 berkisar antara 0 ind/ml – 12 ind/ml. Berdasarkan kelimpahannya termasuk kedalam perairan Mesotrofik. Zooplankton yang ditemukan di Waduk Wonorejo terdiri dari 3 phylum, yaitu Arthropoda yang terdiri dari *Cyclop*, *Dioptomus*, *Nauplii* dan *Zoea*. Rotifera yang terdiri dari *Asplanchna*, *Brachionus*, *Diurella*, *Euchlanis* dan *Keratella*. Protozoa yang terdiri dari *Bodo*. Komposisi zooplankton selama penelitian dan pada periode waktu yang berbeda didominasi oleh phylum Rotifera. Indeks keragaman H' selama penelitian berkisar antara 0,00144 - 0,52877 sedangkan indeks keragaman H' pada pengambilan periode waktu berbeda berkisar antara 0,00144 - 0,5283 dan termasuk kedalam keragaman rendah.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, di perairan waduk Wonorejo masih menunjukkan keadaan yang baik dan masih layak untuk kehidupan organisme perairan. Disarankan kepada pihak pengelola waduk Wonorejo untuk lebih meningkatkan dan menjaga kelestarian kualitas air serta perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pola distribusi zooplankton pada musim hujan dan musim kemarau.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT dan junjungan kita Nabi Muhammad SAW atas terselesaikannya laporan Skripsi ini. Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya.

Dalam penyelesaian laporan ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dorongan, semangat, masukan, serta penjelasan sehingga laporan ini dapat terselesaikan. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ir. Herwati Umi S, MS selaku dosen pembimbing I dan Asus Maizar S, S.Pi., MP selaku dosen pembimbing II, yang telah berkenan meluangkan waktu dan memberikan nasehat yang sangat berguna untuk penyelesaian laporan skripsi ini.
2. Kedua orang tua, papa dan (alm) mama serta ade dan mami yang sangat saya sayangi yang menjadi motivasi utama bagi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Kepada semua pegawai di kantor JASA TIRTA Tulungagung, terima kasih atas bantuannya selama penelitian.
4. Mas Anto, Mas Adi, Yudi, Falah dan Abank yang sudah sangat membantu selama penelitian dan teman-teman seperjuangan MSP'04 dan All Crew WG 7A.

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

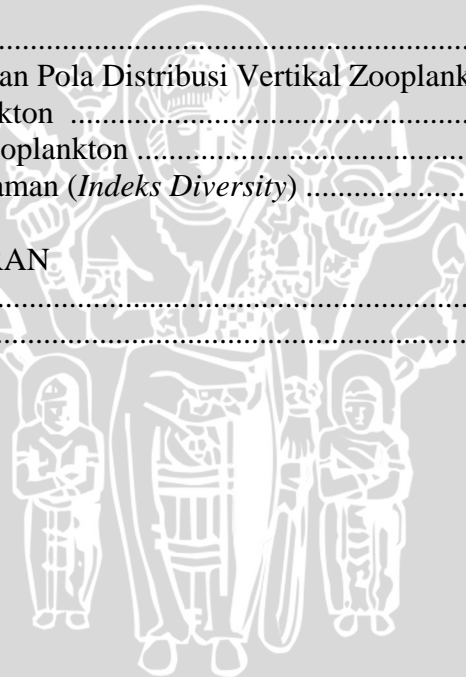
Malang, Mei 2008

Penulis

DAFTAR ISI

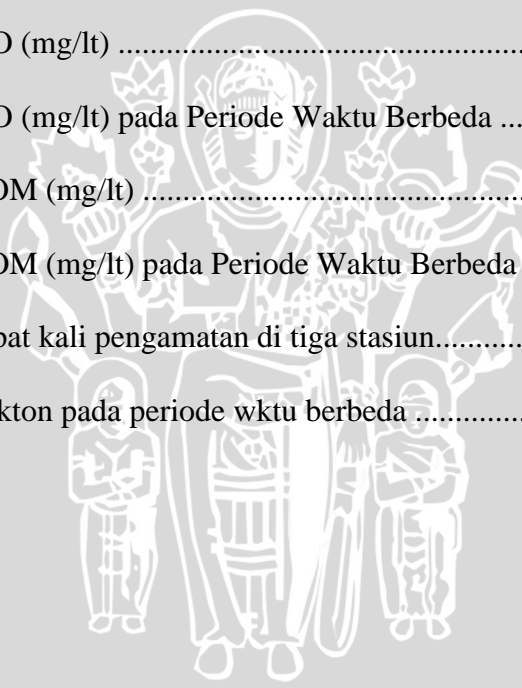
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian	5
2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Waduk Wonorejo	6
2.2 Zooplankton	7
2.3 Distribusi Vertikal Zooplankton	8
2.4 Kualitas Air	
2.4.1 Suhu	9
2.4.2 Kecerahan	10
2.4.3 Derajat Keasaman (pH)	11
2.4.4 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	11
2.4.5 Bahan Oraganik Total (TOM)	12
3 MATERI DAN METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.2.1 Alat	13
3.2.2 Bahan	13
3.3 Metode Penelitian	
3.3.1 Teknik Pengambilan Data	14
3.3.2 Teknik Pengambilan Sampel	16
3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel Zooplankton	16
3.4 Analisis Zooplankton	
3.4.1 Analisis Kualitatif	17
3.4.2 Analisis Kuantitatif	17
3.4.3 Indeks Keragaman (Indeks Diversity)	18

3.5 Metode Pengukuran Parameter Kualitas Air	
3.5.1 Parameter Fisika	18
3.5.2 Parameter Kimia	19
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian	22
4.1.1 Waduk Wonorejo	22
4.1.2 Manfaat Waduk Wonorejo	22
4.1.3 Data Teknis Waduk Wonorejo	23
4.2 Deskripsi Stasiun	24
4.2.1 Stasiun I	24
4.2.2 Stasiun II	25
4.2.3 Stasiun III	26
4.3 Kualitas Air	26
4.3.1 Parameter Fisika	26
4.3.2 Parameter Kimia	30
4.4 Zooplankton	37
4.4.1 Kelimpahan dan Pola Distribusi Vertikal Zooplankton	37
4.4.2 Jenis Zooplankton	46
4.4.3 Komposisi Zooplankton	48
4.4.4 Indeks Keragaman (<i>Indeks Diversity</i>)	52
5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Pengukuran Suhu (°C)	27
2. Hasil Pengukuran Suhu (°C) pada Periode Berbeda	28
3. Hasil Pengukuran Kecerahan (cm)	29
4. Hasil Pengukuran Kecerahan (cm) pada Periode Berbeda	30
5. Hasil Pengukuran pH	31
6. Hasil Pengukuran pH pada Periode Waktu Berbeda	32
7. Hasil Pengukuran DO (mg/l)	33
8. Hasil Pengukuran DO (mg/l) pada Periode Waktu Berbeda	34
9. Hasil Pengukuran TOM (mg/l)	35
10. Hasil Pengukuran TOM (mg/l) pada Periode Waktu Berbeda	36
11. Kelimpahan dari empat kali pengamatan di tiga stasiun.....	37
12. Kelimpahan zooplankton pada periode waktu berbeda	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jaring Makanan di Perairan	8
2. Stasiun Satu Daerah Dekat Dermaga	25
3. Stasiun Dua Pertemuan Tiga Muara Sungai	25
4. Stasiun Tiga Daerah Dekat Outlet	26
5. Kelimpahan Zooplankton pada periode Waktu Berbeda.....	40
6. Pola A	41
7. Pola B	42
8. Pola C	43
9. Pola Distribusi Vertikal Harian (Pola A, Pola B, Pola D)	45
10. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan I	48
11. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan II	49
12. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan III	50
13. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan IV	50
14. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan Jam 06.00	51
15. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan Jam 09.00	51
16. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan Jam 12.00	52
17. Peta Lokasi Waduk Wonorejo	58
18. Denah Pengambilan Sampel	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Lokasi Waduk Wonorejo	58
2. Denah Lokasi Pengambilan Sampel di Waduk Wonorejo	59
3. Kelimpahan Zooplankton Pada Pengamatan I	60
4. Kelimpahan Zooplankton Pada Pengamatan II	61
5. Kelimpahan Zooplankton Pada Pengamatan III	62
6. Kelimpahan Zooplankton Pada Pengamatan IV	63
7. Kelimpahan Zooplankton Pada Pengamatan Jam 06.00	64
8. Kelimpahan Zooplankton Pada Pengamatan Jam 09.00	65
9. Kelimpahan Zooplankton Pada Pengamatan Jam 12.00	66
10. Kelimpahan Fitoplankton Selama Penelitian dan Periode Waktu Berbeda	67
11. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan I	68
12. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan II	69
13. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan III	70
14. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan IV	71
15. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan Jam 06.00	72
16. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan Jam 09.00	73
17. Komposisi Zooplankton Pada Pengamatan Jam 12.00	74
18. Indeks Keragaman Pada Pengamatan I	75
19. Indeks Keragaman Pada Pengamatan II	76
20. Indeks Keragaman Pada Pengamatan III	77
21. Indeks Keragaman Pada Pengamatan IV	78

22. Indeks Keragaman Pada Pengamatan Jam 06.00 79

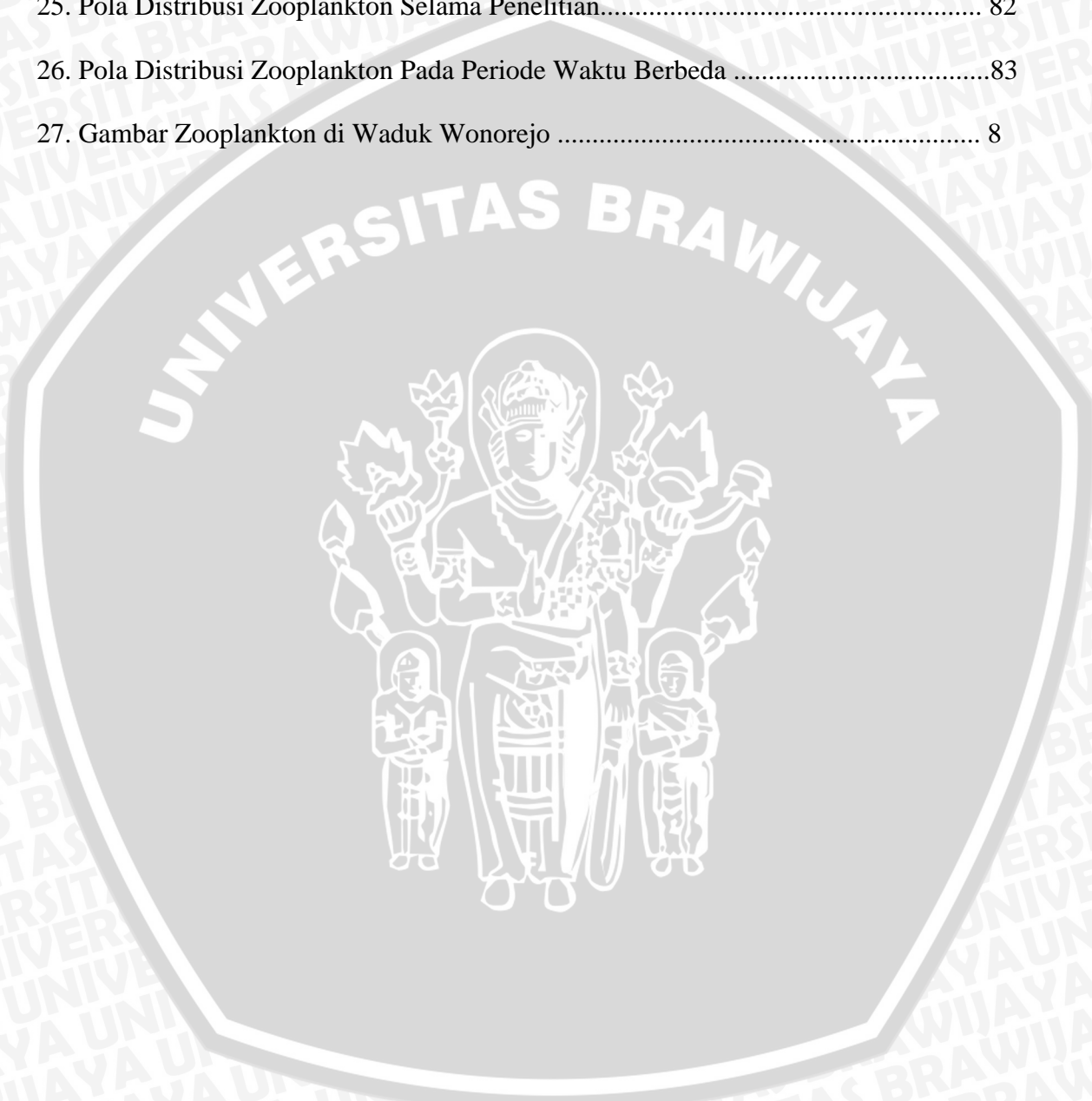
23. Indeks Keragaman Pada Pengamatan Jam 09.00 80

24. Indeks Keragaman Pada Pengamatan Jam 12.00 81

25. Pola Distribusi Zooplankton Selama Penelitian..... 82

26. Pola Distribusi Zooplankton Pada Periode Waktu Berbeda83

27. Gambar Zooplankton di Waduk Wonorejo 8



PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekosistem perairan secara garis besar dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim (kondisi cuaca), fisiografi, edafik (sifat fisik dan kimia air dan tanah yang menentukan komposisi dan keanekaragaman fauna dan flora) Nirarita (1985) dalam Sudaryanti, (2005).

Ekosistem perairan tawar dapat dibedakan menjadi dua yaitu ekosistem perairan tawar tertutup dan perairan tawar terbuka. Ekosistem air tawar tertutup adalah ekosistem yang dapat dilindungi terhadap pengaruh dari luar, sedangkan ekosistem perairan terbuka dibedakan menjadi dua yaitu ekosistem perairan tawar menggenang (*lentic water*) yaitu danau, waduk dan rawa. Perairan ini memiliki aliran-aliran yang tidak memiliki peranan penting karena alirannya tidak besar dan tidak mempengaruhi kehidupan jasad-jasad di dalamnya. Air memegang peranan penting dan berpengaruh besar terhadap jasad-jasad hidup di dalamnya. Perairan menggenang terbagi menjadi beberapa lapisan dari atas ke bawah (stratifikasi) yang berbeda-beda sifatnya karena airnya berhenti. Perairan mengalir (*lotic water*) adalah mata air sungai dan sungai. Aliran air pada perairan ini biasanya terjadi karena perbedaan ketinggian tempat dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah (Odum, 1993).

Salah satu metode penyediaan sumberdaya air yang selama ini dikenal adalah bendungan atau waduk (Munir, 2003). Waduk adalah perairan berhenti atau menggenang yang terjadi karena dibuat oleh manusia dengan cara membendung sungai, kemudian airnya disimpan (Subarijanti, 1990). Pembuatan waduk pada umumnya bertujuan untuk sumber air minum, PLTA, pengendali banjir, pengembangan perikanan

darat, irigasi dan pariwisata. Waduk yang demikian disebut waduk serba guna (Ewusie, 1990).

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

Sumberdaya perairan di waduk selain ikan dan tanaman air juga terdapat biota lain yaitu salah satunya adalah plankton. Plankton adalah semua jasad renik yang hidupnya melayang dalam air atau sedikit sekali bergerak dan selalu terbawa oleh arus (Sachlan, 1972). Organisme ini terdiri dari mikroorganisme yang hidupnya sebagai hewan (zooplankton) dan tumbuhan (fitoplankton). Zooplankton sebenarnya termasuk golongan hewan perenang aktif yang dapat mengadakan migrasi secara vertikal pada lapisan perairan, tapi kekuatan berenangnya sangat kecil jika dibandingkan arus perairan. Kecilnya ukuran plankton tidak mengandung arti bahwa organisme ini kurang penting. Zooplankton dalam trofik level disebut sebagai “Secondary producer” atau konsumen primer. Organisme ini merupakan sumber makanan bagi jenis ikan komersial penting yang hidup diperairan sehingga kelangsungan hidup ikan tergantung pada banyak sedikitnya jumlah plankton yang ada (Kusriani, 1992).

Pentingnya mempelajari kelimpahan plankton secara umum adalah untuk menentukan besarnya peranan plankton dalam siklus makanan di lingkungan perairan. Diantara makanan yang dikonsumsi oleh beberapa jenis ikan adalah plankton hewan atau zooplankton. Zooplankton merupakan plankton yang bersifat hewan atau binatang yang mempunyai ukuran rata-rata 0,5-1,0 mm. untuk yang lebih kecil yaitu $< 0,1$ dan yang besar yaitu > 3 mm (Subarijanti, 1990).

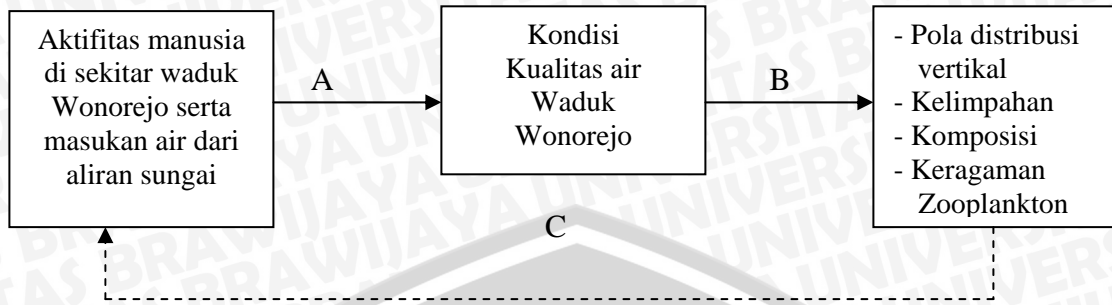
Waduk Wonorejo memiliki nilai guna yang cukup tinggi, antara lainnya untuk penyediaan air baku untuk industri dan rumah tangga bagi kota Surabaya, pengendalian banjir di Tulungagung, perikanan darat dan pariwisata. Walaupun kegiatan perikanan merupakan prioritas ketiga, namun masih cukup penting untuk dikembangkan, karena produksi perikanan perairan waduk mempunyai kontribusi yang cukup besar terhadap produksi perikanan darat (Jasa Tirta, 2006).

Informasi tentang pendugaan pola distribusi vertikal zooplankton, kelimpahan, komposisi dan keragaman penting artinya dapat digunakan sebagai informasi dasar dalam manajemen waduk Wonorejo.

1.2. Perumusan Masalah

Waduk Wonorejo memiliki nilai guna yang cukup tinggi, antara lain pengendalian banjir, penyediaan air baku untuk industri dan rumah tangga bagi Kota Surabaya, perikanan darat dan pariwisata. Perubahan ekosistem di perairan waduk Wonorejo dapat menurunkan nilai guna waduk tersebut. Informasi tentang kondisi zooplankton di waduk Wonorejo dapat menjadi pedoman pengelolaan perikanan di waduk Wonorejo.

Permasalahan yang ada disekitar waduk Wonorejo dapat dijelaskan dalam diagram dibawah ini :



Keterangan :

- A. Kegiatan manusia yang ada di sekitar waduk Wonorejo serta masukan dari sungai Wangi, Putih dan Bodeng menyebabkan meningkatnya bahan organik maupun anorganik yang berpengaruh terhadap perubahan kualitas perairan Wonorejo.
- B. Perubahan kualitas fisika dan kimia perairan (suhu, DO, kecerahan, pH dan peningkatan jumlah bahan organik) dapat pola distribusi vertikal, kelimpahan, komposisi dan keragaman zooplankton.
- C. Pola distribusi vertikal, kelimpahan, komposisi dan keragaman zooplankton pada waktu yang berbeda di perairan waduk Wonorejo dapat merupakan sumber informasi dalam pengelolaan waduk untuk produksi perikanan sekaligus dalam memajemen kegiatan manusia.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air, pola distribusi vertikal, kelimpahan, komposisi dan keanekaragaman zooplankton di waduk Wonorejo.

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian antara lain:

- ❖ Bagi Mahasiswa

Dengan mempelajari secara langsung dapat menambah pengetahuan ataupun wawasan yang lebih tentang ekosistem perairan waduk khususnya mengenai komposisi, kelimpahan dan pola distribusi vertikal zooplankton yang hidup di perairan waduk tersebut.

- ❖ **Bagi Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan**

Dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuan mengenai struktur komposisi zooplankton yang ada sehingga dapat digunakan untuk pengelolaan sumberdaya perairan dengan tujuan konservasi serta dapat menjadi dasar untuk penulisan dan penelitian lebih lanjut.

- ❖ **Bagi Pemerintah**

Dapat dijadikan sebagai informasi dan rujukan dalam menentukan kebijakan guna pengelolaan sumberdaya perairan yang berkelanjutan serta peningkatan dan kelestarian kualitas air.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Waduk Wonorejo, Kecamatan Pagerwojo, Kabupaten Tulungagung dan Laboratorium Ilmu-Ilmu Perairan (IIP) Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya yang akan dilaksanakan pada bulan Maret – April 2008.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waduk

Waduk termasuk dalam ekosistem perairan terbuka, yaitu ekosistem perairan yang tidak dapat atau sulit dilindungi terhadap pengaruh luar (Odum, 1993). Waduk adalah perairan berhenti atau menggenang yang terjadi karena dibuat oleh manusia dengan cara membendung sungai, kemudian airnya disimpan. Perairan menggenang (*lentic water*) memiliki aliran juga, tapi aliran-aliran tersebut tidak memegang peranan penting, karena tidak besar dan tidak mempengaruhi kehidupan jasad-jasad hidup di dalamnya. Yang memegang peranan penting dan berpengaruh besar terhadap jasad-jasad hidup didalamnya ialah terbaginya perairan menjadi berbagai lapisan dari atas ke bawah (stratifikasi) yang berbeda-beda sifatnya karena airnya berhenti. Waduk mempunyai aliran pengeluaran di dasar (Subarijanti, 1990).

Waduk yang dikelola dengan baik disamping dapat menunjang musim pertanaman di bidang pertanian dapat juga menghasilkan perikanan baru yang bernilai dan dalam beberapa hal mempunyai potensi ekonomi yang luas bagi pariwisata yang berpusat di danau. Menurut Subarijanti (1990), ciri-ciri waduk adalah sebagai berikut:

- a. Tepian waduk (*slope*), kedalaman : curam dan landai
- b. Kedalaman : 30-100 m
- c. Draw-down (*water level fluctuation*) : 5-25 m
- d. Pinggiran (*periphery*) : banyak teluk
- e. Pergantian air (*water retention time*) : sering dan penuh
- f. Pasang surutnya dibandingkan dengan danau lebih besar.

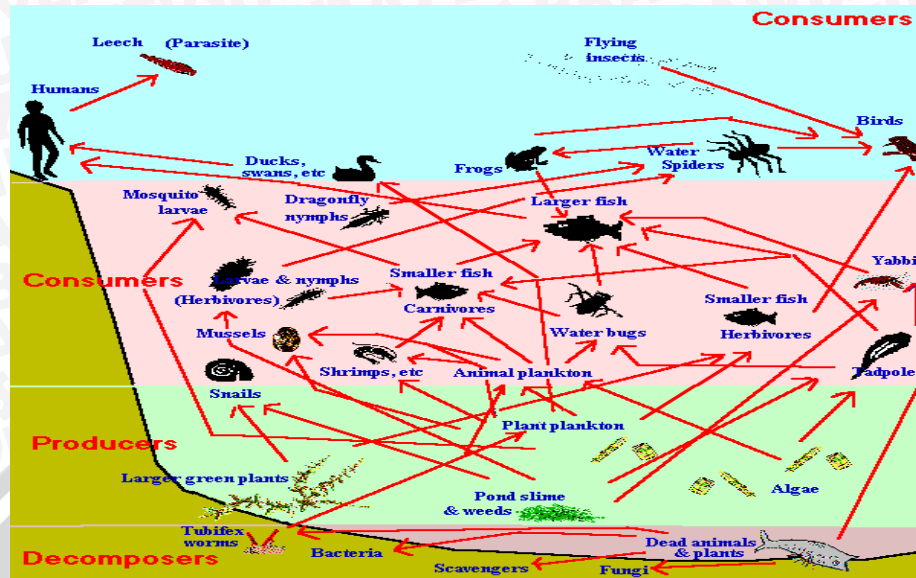
Menurut Barnes dan Mann (1991), kualitas perairan dapat diartikan sebagai semua variabel yang mempengaruhi ekosistem tersebut yang meliputi parameter fisika, kimia dan biologi. Faktor fisika diantaranya meliputi suhu, kecerahan dan intensitas cahaya. Faktor kimia meliputi pH dan kandungan mineral. Sedangkan faktor biologis diantaranya adalah struktur komunitas plankton.

2.2 Zooplankton

Zooplankton adalah plankton yang bersifat hewan atau binatang dan terdapat dimana-mana. Zooplankton umumnya bersifat herbivora terhadap rumpun bacterial dan algae yang berdiameter 5 – 50 μm atau predator terhadap zooplankton yang lebih kecil ukurannya. Kelimpahan zooplankton di perairan eutrofik berkisar 500 individu per liter, sedangkan di perairan oligotrofik biasanya berkurang bahkan sampai satu individu per liter (Subarijanti, 1990).

Zooplankton terdiri dari Holo-plankton dan Mero-plankton atau temporari plankton. Holo-zoo-plankton ialah yang selamanya hidup sebagai plankton, seperti Rotatoria-Cladocera-Copepoda sedangkan Mero-plankton ialah larva-larva dari segala macam udang atau larva-larva dari hewan-hewan air lain yang nantinya jika sudah menjadi besar tidak lagi hidup sebagai plankton (Sachlan, 1972).

Zooplankton bersifat sebagai predator umum dari fitoplankton, sedangkan zooplankton akan dimangsa oleh organisme yang tingkatannya lebih tinggi seperti ikan. Studi “feeding habit” terhadap ikan pada habitat alami menunjukkan indikasi bahwa kelangsungan hidup larva ikan akan sangat tergantung pada adanya plankton (Kusriani, 1992). Peranan zooplankton dalam jarring makanan dapat dilihat pada Gambar 1. berikut ini :



Gambar 1. Jaringan makanan di perairan

Zooplankton termasuk golongan hewan perenang aktif, yang dapat mengadakan migrasi secara vertikal pada beberapa lapisan perairan tetapi kekuatan berenang mereka adalah sangat kecil dibandingkan dengan kuatnya gerakan arus itu sendiri (Hutabarat dan Evans, 1986).

Menurut Subarijanti (1990) umumnya semakin banyaknya species ikan yang ada di danau, makin besar hubungan jumlah ragam (macam) zooplankton yang ada. Hal ini kemungkinan terjadi karena :

- berkurangnya persaingan antara species zooplankton dalam mencari makan
- habitat yang cocok untuk beraneka ikan, cocok pula untuk beraneka zooplankton.

2.3 Distribusi Vertikal Zooplankton

Zooplankton kebanyakan respon terhadap perubahan intensitas cahaya, ia bermigrasi ke permukaan pada petang hari dan kebawah pada dini hari atau fajar. Gerakannya kebawah kemungkinan karena tenggelam secara pasif atau aktif berenang menghindari sinar-sinar. Selama ada stratifikasi ia akan berenang lebih kuat menerobos

thermocline ke epilimnion untuk memangsa atau menghindari predator. Beberapa zooplankton agak berbeda dalam distribusi vertikalnya. Rangsangan utama yang menyebabkan gerakan vertikal zooplankton adalah cahaya. Adanya cahaya menyebabkan respon negatif bagi zooplankton, sehingga akan bergerak keatas bila intensitas cahaya rendah dipermukaan (Subarijanti, 1990).

Menurut Barus (2002), sebagian besar zooplankton menggantungkan sumber nutrisinya pada materi organik, baik berupa fitoplankton maupun detritus. Berhubung karena bentuk dan ukuran tubuh yang bervariasi, maka terdapat berbagai tipe makanan zooplankton dalam memanfaatkan materi organik tersebut.

2.4 Kualitas Air Yang Mempengaruhi Zooplankton

Kualitas air merupakan kelayakan bagi suatu perairan sebagai lingkungan hidup ikan dan organisme lainnya. Menurut Subarijanti (1990) bahwa air serta bahan-bahan dan energi yang dikandung didalamnya merupakan lingkungan bagi jasad-jasad air. Parameter kualitas air yang mempengaruhi zooplankton di perairan, antara lain :

a. Suhu

Suhu perairan akan mempengaruhi kelarutan oksigen terlarut dalam perairan, semakin tinggi suhu perairan maka O_2 semakin turun. Suhu perairan mempunyai peranan penting dalam ekosistem perairan. Selain berpengaruh terhadap berat jenis, viskositas dan densitas air juga berpengaruh terhadap kelarutan gas-gas dalam air serta mempengaruhi pertumbuhan maupun aktivitas organisme lain (Subarijanti, 1990).

Menurut Davis (1955), suhu mempengaruhi distribusi vertikal zooplankton dimana mereka akan mencari tempat yang lebih dalam dan dingin pada siang hari dan pada malam hari akan bergerak bebas ke permukaan air, sebab air permukaan telah menjadi

dingin. Pada pagi dan sore hari nilai suhu tidak setinggi pada siang hari karena intensitas cahaya telah menurun sehingga banyak zooplankton yang di perairan bagian atas.

Effendi (2003), menyebutkan bahwa cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan akan mengalami penyerapan dan perubahan menjadi energi panas. Proses ini berlangsung lebih intensif pada lapisan atas sehingga suhunya lebih tinggi daripada lapisan bawah.

b. Kecerahan

Kecerahan dari suatu perairan sangat mempengaruhi kehidupan organisme yang hidup di dalamnya. Kekeruhan dapat menghambat penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*. Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan meter. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan dan padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran (Effendi, 2003).

Kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan air. Menurut Soesono (1974), yang mempengaruhi kekeruhan adalah benda-benda halus tersuspensi dan jasad-jasad renik yang berupa plankton.

Warna dari air merupakan akibat hubungan antara cahaya matahari dan kekeruhan air. Zooplankton seperti mikrocrustacea memberikan warna merah. Humus sering menyebabkan air berwarna hijau atau coklat. Umumnya danau yang kaya dan amat produktif dapat memperhatikan warna kuning atau biru abu-abu atau coklat yang disebabkan oleh sejumlah bahan-bahan organik (Wirawan, 1995).

c. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap tumbuhan dan hewan air, sehingga sering dipergunakan sebagai petunjuk baik buruknya keadaan sebagai lingkungan hidup. Derajat keasaman akan sangat berpengaruh terhadap proses asimilasi dan pernafasan bagi hewan air. Semakin tinggi pH maka kandungan CO₂ akan rendah. Keadaan ini biasanya terjadi pada siang hari (Asmawi, 1986).

Untuk dapat mendukung kehidupan ikan secara wajar diperlukan perairan dengan pH berkisar antara 5,0 sampai 9,0. akan tetapi beberapa jenis organisme makanan ikan, seperti *Daphnia magna* tidak dapat hidup layak pada perairan yang pH-nya kurang dari 6,0 (NATC, (1968), dalam Wirawan (1995). Sedangkan perairan ideal untuk kegiatan perikanan adalah air yang mempunyai pH berkisar antara 6,5 sampai dengan 8,5 (Swingle, (1968), dalam Wirawan (1995). Menurut Subarijanti (1990), pH yang rendah juga akan menurunkan diversitas ataupun kelimpahan zooplankton.

d. Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen terlarut dalam air umumnya berasal dari difusi oksigen dari udara kedalam air melalui permukaannya. Di perairan alami pemasukan oksigen kedalam air dapat berasal dari aliran yang masuk, hujan yang jatuh, dan proses fotosintesa tumbuhan hijau dalam air. Pengurangan oksigen dalam air disebabkan oleh proses pernafasan hewan-hewan dan tumbuh-tumbuhan, proses penguraian bahan-bahan organik dan dasar perairan yang bersifat mereduksi. Kandungan oksigen terlarut masih mendukung kehidupan organisme perairan adalah tidak kurang dari 4 – 5 mg/lit (Wirawan, 1995).

Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian dan musiman tergantung pada pencampuran dan pergerakan massa air, aktifitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air. Menurut Subarijanti (1990), zooplankton adalah hewan, maka ia akan mendiami semua atau seluruh kedalaman perairan dimana kadar oksigennya memenuhi dan cukup makanan

e. Bahan Organik Total (TOM)

Bahan Organik Total atau *Total Organic Matter* (TOM) menggambarkan kondisi bahan organik total suatu perairan. Kalium permanganate (KM_nO_4) telah lama dipakai sebagai oksidator pada penentuan konsumsi oksigen untuk mengoksidasi bahan organik yang dikenal sebagai kandungan bahan organik total atau TOM (*Total organic Matter*) (Effendi, 2003).

Tingginya kandungan bahan organik di suatu perairan akan mempengaruhi keberadaan zooplankton, hal ini disebabkan karena zooplankton merupakan salah satu organisme yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energinya. Menurut Subarijanti (1990), beberapa jenis dari zooplankton dari phylum Protozoa, Rotifera dan Crustacea banyak terdapat di perairan yang banyak mengandung bahan organik.

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah komposisi, kelimpahan dan pola distribusi vertikal zooplankton dengan parameter pendukung meliputi fisika diantaranya suhu dan kecerahan serta kimia diantaranya pH (Derajat Keasaman), DO (*Dissolved Oxygen*) dan TOM (Bahan Organik Total).

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- 
- Botol film
 - Botol aqua
 - *Thermometer* Hg
 - Cawan porselin
 - *Secchi disk*
 - *Kemerer Water Sample*
 - pH paper
 - Botol DO
 - *Hot plate*
 - Mikroskop
 - Erlenmeyer
 - Rak
 - Gelas ukur 100 ml
 - Pipet tetes
 - *Obyek glass*
 - *Cover glass*
 - Spektrofotometer
 - Buret dan statif
 - Pipet volume dan bola hisap
 - Tabung nessler

3.2.2 Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- Air contoh
- Aquades
- NaNO_3
- MnSO_4
- $\text{NaOH} + \text{KI}$
- H_2SO_4 pekat

- Amylum
- Na-thiosulfat 0,025 N
- Indikator PP
- Na_2CO_3 0,0454 N
- Ammonium molybdate
- Asam fenol disulfonik
- Na-oksalat 0,01 N
- KMnO_4
- Formalin 4%
- Kertas label
- Kertas Tissue

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam Penelitian ini adalah metode survei yang termasuk di dalamnya metode deskriptif. Sifat umum metode deskriptif yaitu mengumpulkan, menyusun, menganalisa, dan menafsirkan data yang ada kemudian diadakan klasifikasi atau dibandingkan antara satu kelompok data dengan kelompok data yang lain. Survei pada umumnya melakukan pengumpulan sejumlah unit (satuan) individu dalam waktu yang bersamaan (Marzuki, 1983).

3.3.1 Teknik Pengambilan Data

Data adalah informasi atau keterangan mengenai sesuatu hal yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

a. Data primer

Menurut Suryabrata (1988), data primer adalah data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti dari sumber pertamanya dan menurut Ndraha (1981), data primer adalah data yang langsung berkaitan dengan obyek penelitian. Data yang diambil meliputi parameter fisika yaitu suhu, kecerahan, parameter kimia yaitu pH, DO, TOM dan

parameter biologis yaitu zooplankton. Data primer dalam penelitian ini dari hasil observasi dan wawancara.

- **Observasi**

Metode observasi yaitu teknik pengumpulan data dimana penyelidik mengadakan pengamatan secara langsung (tanpa alat) terhadap gejala-gejala subyek yang diselidiki (Surakhmad, 1985). Dalam Penelitian Skripsi ini, observasi dilakukan terhadap berbagai hal yang berhubungan dengan pola distribusi vertikal, kelimpahan, komposisi dan keragaman zooplankton di perairan waduk.

- **Wawancara**

Wawancara merupakan suatu proses interaksi dan komunikasi. Dalam proses ini hasil wawancara ditentukan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut adalah pewawancara dan obyek wawancara Masri dan Effendi (1989) dalam Suryabrata (1988). Wawancara yang dilakukan meliputi : sejarah berdirinya, struktur organisasi, fungsi, permasalahan yang dihadapi.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti (Marzuki, 1983), sedangkan menurut Azwar (1997), data sekunder dapat berupa data dokumen atau data laporan yang telah tersedia. Data sekunder dalam penelitian ini didapatkan dari laporan Perum Jasa Tirta setempat, jurnal, majalah. Laporan PKL/Skripsi, situs internet serta kepustakaan yang menunjang penelitian ini.

3.3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada 4 kedalaman yaitu kedalaman I (0 cm), kedalaman II (30 cm), kedalaman III (60 cm) dan kedalaman IV (90 cm). Lokasi pengambilan sampel yang dianggap mewakili kondisi waduk Wonorejo dibagi menjadi 3 stasiun (disajikan pada lampiran 3) yaitu:

Stasiun pengamatan pada perairan waduk Wonorejo untuk pengambilan sampel air antara lain :

- ❖ Stasiun 1 : merupakan daerah dekat dermaga
- ❖ Stasiun 2 : merupakan daerah pertemuan tiga muara sungai yaitu Sungai Putih, Sungai Wangi dan Sungai Bodeng.
- ❖ Stasiun 3 : merupakan daerah outlet waduk.

Pengambilan sampel dilakukan setiap satu minggu sekali selama 1 bulan dan pada pengambilan sampel ke empat dilakukan pada periode waktu berbeda yaitu 3 kali sehari yaitu pada pukul 06.00, pukul 09.00 dan pukul 12.00.

Untuk parameter kualitas air yang diambil meliputi suhu, kecerahan, pH dan DO sesuai dengan pengambilan sampel zooplankton dan diukur langsung di lokasi penelitian. Sedangkan TOM (Bahan Organik Total) diukur di laboratorium.

3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel Zooplankton

Sampel diambil dengan *Kemmerer water sampler* sebanyak ± 20 liter. Menurut Sachlan (1972), dapat diambil 19 liter air sampel air untuk disaring karena pengambilannya untuk keperluan *collective*. Cara menggunakan tabung *Kemmerer* adalah memasukkan alat tersebut sesuai kedalaman yang ditentukan, kemudian disaring dengan plankton net no. 25 dengan ukuran mata jaring 64 μm . Plankton yang disaring

dimasukkan dalam botol film bervolume 33 ml dan ditetesi dengan formalin 4% sebanyak 4-5 tetes dan diberi label (stasiun, jam, tanggal, kedalaman) sebelum diamati dibawah mikroskop.

3.4 Analisis Zooplankton

3.4.1 Analisis Kualitatif (Bloom, 1998)

- Menetesi objek gelas dengan air sample
- Menutupi dengan *Cover Glass* dan diamati dibawah mikroskop
- Mengamati dan menggambar bentuk Zooplankton

3.4.2 Analisis Kuantitatif (Herawati, 1989)

Prosedur perhitungan plankton dilakukan dengan menggunakan rumus modifikasi

Lucky Drop sebagai berikut:

Kelimpahan zooplankton (ind/lt) = Faktor x n

$$\text{Faktor} : \frac{T \cdot V}{L \cdot v \cdot P \cdot W}$$

Keterangan:

T : luas gelas penutup (20 x 20 mm)

L : luas lapang pandang ($\pi \times r^2$)

V : volume konsentrat plankton dalam botol penampung (33 ml)

v : volume konsentrat plankton di bawah gelas penutup (0,045 ml)

W: volume air waduk yang tersaring dengan plankton net

P : jumlah lapang pandang (9)

n : jumlah zooplankton yang ada dalam lapang pandang

3.4.3 Indeks Keragaman (Indeks Diversity) (Odum, 1971)

Untuk mendapatkan nilai keragaman spesies digunakan rumus *Indeks Diversity Shannon–Wiener*.

$$H' = -\sum PiLnPi$$

Dimana : H = Indeks Keragaman Shannon – Wiener

Pi = Proporsi spesies ke 1 terhadap jumlah total

S = Jumlah total spesies di dalam komunitas

3.5 Metode Pengukuran Parameter Kualitas Air

3.5.1 Parameter Fisika

a. Suhu (Bloom, 1998)

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan thermometer Hg. Tahapan kerjanya adalah sebagai berikut :

- Mengkalibrasi thermometer yang digunakan.
- Memasukkan termometer kedalam perairan dengan membelakangi sinar matahari selama 2 – 5 menit.
- Menunggu sampai air raksa dalam thermometer berhenti pada skala tertentu atau menunjukkan angka yang stabil.
- Melakukan pembacaan dengan mengangkat termometer dari badan air tanpa bersentuhan dengan kulit.

b. Kecerahan (Bloom, 1998)

Pengukuran kecerahan dilakukan dengan menggunakan *secchi disc*. Tahapan kerjanya adalah sebagai berikut :

- Memasukkan *secchi disc* secara perlahan–lahan ke dalam air hingga batas kelihatan dan dicatat kedalamannya.
- Menurunkan sampai tidak kelihatan, kemudian pelan-pelan ditarik lagi sampai nampak dan dicatat kedalamannya.
- Memasukkan rumus:

$$\text{Kedalaman} = \frac{\text{Kedalaman1} + \text{Kedalaman2}}{2}$$

3.5.2 Parameter Kimia

a. pH (Derajat Keasaman) (Bloom, 1998)

pH perairan diukur dengan menggunakan pH paper. Adapun tahapan cara kerjanya adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan pH *paper* dengan kotak standar yang sesuai.
- Memasukkan pH *paper* kedalam perairan sekitar 5 menit.
- Mengeluarkan pH *paper* dari badan air kemudian dikibaskan sampai setengah kering.
- Mencocokkan perubahan warna pH *paper* dengan kotak standar.

b. DO (*Dissolved Oxygen*) (Bloom, 1998)

Tahapan kerja pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*) adalah sebagai berikut:

- Mengukur dan mencatat volume botol dan tutup dari botol DO yang akan digunakan untuk pengukuran lebih lanjut.
- Memasukkan botol DO ke dalam air yang akan diukur oksigennya secara perlahan-lahan dengan posisi miring dan diusahakan jangan sampai terjadi gelembung udara dan ditutup.

- Membuka botol yang berisi contoh, tambahkan 2 ml $MnSO_4$ dan 2 ml $NaOH+KI$ lalu bolak-balik sampai terjadi endapan coklat. Kemudian diendapkan dan dibiarkan selama 30 menit .
- Membuang air yang bening di atas endapan, kemudian endapan yang tersisa diberi 1-2 ml H_2SO_4 pekat dan kocok sampai endapan larut.
- Memberi 3-4 tetes amylum, dititrasi dengan Na-thiosulfat 0,025 N sampai jernih atau tidak berwarna untuk pertama kali.
- Mencatat ml Na-thiosulfat yang terpakai (titran)
- Mengukur DO dengan perhitungan:

$$DO(mg/l) = \frac{v(\text{titran}) \times N(\text{titran}) \times 8 \times 1000}{V_{\text{botolDO}} - 4}$$

Dimana: v = ml larutan Natrium Thiosulfat untuk titrasi

N = normalitas larutan Natrium thiosulfat

V = volume botol DO

c. TOM (Bahan Organik Total) (Bloom, 1998)

Prosedur:

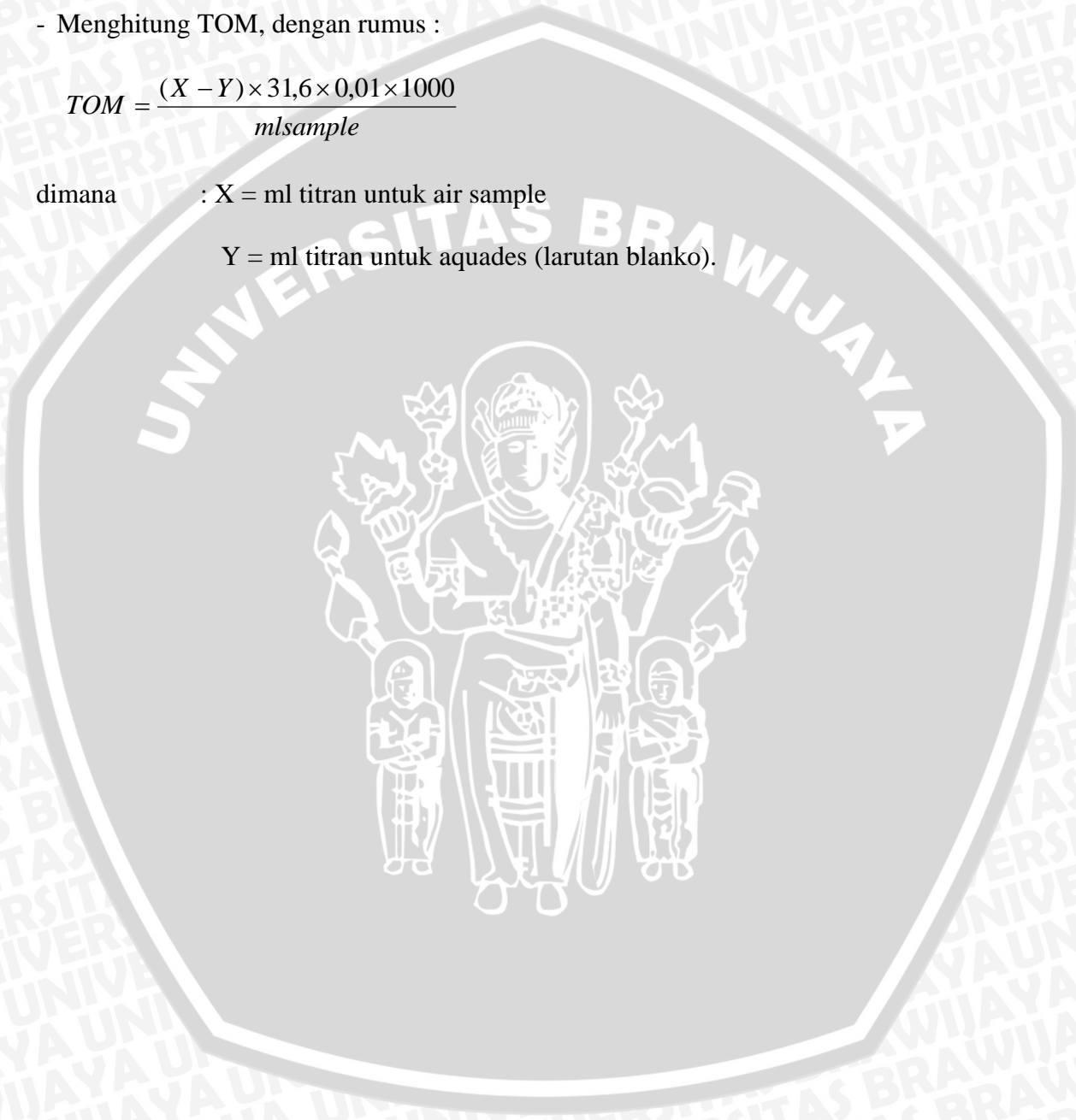
- Memasukkan 50 ml air sampel ke dalam Erlenmeyer
- Menambahkan sebanyak 9,5 ml $KMnO_4$ langsung dari buret
- Menambahkan 10 ml H_2SO_4 [1 : 4]
- Memanaskan sampai suhu 70-80 $^{\circ}C$ dan diangkat
- Menurunkan suhu hingga 60-80 $^{\circ}C$, dan menambahkan Natrium Oxalate 0,01 N, secara perlahan-lahan sampai tak berwarna
- Mentitrasi dengan $KMnO_4$ 0,01 N, sampai berubah warna (merah jambu/pink)

- Mencatat ml titran
- Melakukan prosedur 1-7 pada 50 ml aquades dan mencatat titran yang digunakan (y ml)
- Menghitung TOM, dengan rumus :

$$TOM = \frac{(X - Y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{ml_{sample}}$$

dimana : X = ml titran untuk air sample

Y = ml titran untuk aquades (larutan blanko).



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Waduk Wonorejo

Penelitian ini dilaksanakan di Waduk Wonorejo, Kabupaten Tulungagung, Propinsi Jawa Timur. Kabupaten Tulungagung terletak pada $7^{\circ}50'$ – $112^{\circ}10'$ Lintang Selatan dan $111^{\circ}45'$ – $112^{\circ}10'$ Bujur Timur, dengan di batasi oleh :

- Sebelah Utara : Kabupaten Dati II Kediri
- Sebelah Selatan : Samudera Indonesia
- Sebelah Barat : Kabupaten Dati II Trenggalek
- Sebelah Timur : Kabupaten Dati II Blitar

Waduk Wonorejo terletak di desa Wonorejo kecamatan Pagerwojo kabupaten Tulungagung. Lokasi berada kurang lebih 400 m hilir pertemuan antara sungai Putih dan sungai Bodeng. Waktu tempuh dari kota Tulungagung ke tempat wisata kurang lebih 15 menit, dalam perjalanan menuju tempat wisata pada kanan dan kiri jalan akan terlihat pertanian di lereng-lereng bukit yang sudah tertata rapi berbentuk terasering dan melewati hutan pinus. Pembangunan proyek dimulai tahun 1994 dan pada berakhir pada tahun 2001. Pengisian waduk (inundansi) dimulai bulan Mei 2000 dan berfungsi pada bulan juni 2001(Jasa tirta, 2006).

4.1.2 Manfaat Waduk Wonorejo

Menurut Dinas Pekerjaan Umum (2000) dalam Dhamayanti (2002) Proyek waduk serbaguna Wonorejo ini merupakan salah satu proyek dalam rangka pengembangan

wilayah sungai Ngrowo yang merupakan anak sungai Brantas, dimana setelah selesainya waduk ini dapat dimanfaatkan sebagai berikut :

1. Penyedia air baku

Menambah penyediaan air baku untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga dan industri sebesar $8,02 \text{ m}^3/\text{dt}$ secara terus menerus pada musim kemarau dan penyedia air baku untuk kota Surabaya.

2. Pembangkit tenaga listrik

Pembangkit listrik dengan menghasilkan daya sebesar 6,020 Mega Watt. Tipe Pembangkit listrik adalah *Vertical Shaft Francis* dengan generator 1 unit x GWh/th.

3. Pengendali banjir

Pengendali banjir untuk daerah Tulungagung, sehingga genangan air seluas 1470 ha dapat teratasi.

4. Manfaat lain

Manfaat lain dari pembangunan waduk Wonorejo adalah untuk perikanan darat dan pariwisata. Selain itu dengan memanfaatkan air yang keluar lewat *Hollow Jet Valve* dipasang juga PLTA Mini Hidro sebesar 2 x 118 kW yang bisa digunakan untuk keperluan didalam lokasi waduk Wonorejo.

4.1.3 Data Teknis Waduk Wonorejo

Menurut Perum Jasa Tirta (2006), data-data teknis dari waduk Wonorejo sebagai berikut :

a. Waduk

- Daerah aliran : 126.3 km^2

- Debit rata-rata tahunan : $8.1 \text{ m}^3/\text{det}$ atau $255.000.000 \text{ m}^3/\text{tahun}$
- Luas Waduk : 3.85 km^2 pada Muka Air Tinggi
- Muka Air Tinggi (MAT) : El. 183,0 m
- Muka Air Rendah (MAR): El. 141,00 m
- Muka Air Banjir : El. 185,00 m
- Kapasitas waduk kotor : $122.000.000,00 \text{ m}^3$
- Kapasitas waduk efektif : $106.000.000,00 \text{ m}^3$

b. Bendungan

- Tipe Bendungan : Timbunan batu dengan inti kedap air
- Elevasi Puncak : El. 188,00 m
- Tinggi Bendungan : 100 m
- Panjang Puncak : 545 m
- Volume timbunan : 6.15 juta m^3

4.2 Deskripsi Stasiun

4.2.1 Stasiun I

Stasiun 1 merupakan daerah dermaga. Daerah ini dekat dengan daratan sehingga dipengaruhi oleh aktifitas manusia seperti pemancingan dan aktifitas pariwisata. Daratan sekitar stasiun ini ditumbuhi vegetasi pohon pinus. Kondisi perairan di stasiun ini relatif tenang jika dibandingkan dengan stasiun yang lain.



Gambar 2. Stasiun I (Daerah Dermaga)

4.2.2 Stasiun II

Stasiun 2 merupakan daerah pertemuan tiga muara sungai yaitu Sungai Putih, Sungai Wangi dan Sungai Bodeng yang diduga membawa beban masukan cukup berat yang berasal dari aktifitas pembuangan limbah rumah tangga, industri dan pertanian.



Gambar 3. Stasiun II (daerah muara sungai)

4.2.3 Stasiun III

Stasiun 3 merupakan daerah air keluar (outlet). Outlet dari waduk Wonorejo berhubungan langsung dengan pengeluaran air yang digunakan untuk PLTA. Daerah ini merupakan tempat terakumulasinya seluruh beban masukan ke dalam waduk Wonorejo. Namun, akibat adanya aliran air yang keluar menyebabkan kondisi perairan di stasiun ini tetap jernih.



Gambar 4. Stasiun III (daerah outlet)

4.3 Kualitas Air

4.3.1 Parameter Fisika

a. Suhu

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

racun ammonia, ammonium dan nitrit dalam air (Alabaster dan Llyod 1996 dalam Hidayati, 2003).

Hasil pengukuran suhu yang dilakukan selama penelitian disajikan pada Tabel 1. berikut ini :

Tabel 1. Hasil pengukuran Suhu ($^{\circ}\text{C}$) selama penelitian

Stasiun	Kedalaman (cm)	Minggu ke			
		I	II	III	IV
I	0	27	30	28	28
	30	27	30	29	28
	60	27	30	29	28
	90	27	30	29	28
II	0	28	31	28	29
	30	28	31	29	29
	60	28	31	29	29
	90	28	31	28	29
III	0	29	31	28	29
	30	29	31	28	29
	60	29	31	28	29
	90	29	31	28	29

Berdasarkan Tabel 1. hasil pengukuran suhu dari empat kali pengambilan di tiga stasiun diperoleh suhu berkisar antara 27°C – 31°C . Menurut Boyd (1972) organisme perairan akan mengalami pertumbuhan maksimal pada suhu 25°C – 30°C . Hal ini berarti kisaran suhu di perairan Waduk Wonorejo masih sangat layak untuk kehidupan dan pertumbuhan organisme perairan.

Nilai suhu tertinggi terdapat pada stasiun II dan stasiun III di empat kedalaman (0 cm, 30 cm, 60 cm dan 90 cm) yaitu sebesar 31°C . Hal tersebut dikarenakan pada stasiun II lokasinya yang berada tepat di tengah-tengah waduk, sehingga intensitas cahaya matahari dapat langsung masuk ke dalam perairan sedangkan pada stasiun III merupakan daerah outlet jadi arus aliran air yang keluar menyebabkan suhu meningkat.

Lebih lanjut pengukuran suhu pada periode waktu pengambilan sampel yang berbeda disajikan pada Tabel 2. dibawah ini

Tabel 2. Hasil pengukuran Suhu ($^{\circ}\text{C}$) pada periode waktu pengambilan sampel yang berbeda

Stasiun	Kedalaman (cm)	Waktu Pengambilan		
		06.00	09.00	12.00
I	0	27	28	29
	30	27	28	29
	60	27	28	29
	90	27	28	29
II	0	27	29	29
	30	27	29	29
	60	27	29	29
	90	27	29	29
III	0	27	29	28
	30	27	29	28
	60	27	29	28
	90	27	29	28

Berdasarkan Tabel 2. diatas pengukuran suhu pada periode waktu yang berbeda suhu pada pengukuran pukul 06.00 - 09.00 pagi relatif rendah yaitu 27°C dan mengalami kenaikan pada pengukuran pukul 09.00 - 12.00 menjadi $28^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}$ kemudian pada pengukuran selanjutnya pukul 12.00 - 15.00 suhu relatif stabil sebelum akhirnya turun lagi menjadi 28°C . Hal ini dapat dikatakan bahwa suhu sangat dipengaruhi oleh intensitas matahari yang masuk kedalam perairan. Menurut Subarijanti (1990), radiasi matahari secara tidak langsung mempengaruhi hampir semua fase kejadian yang biologis dan non-biologis. Misalnya pengaruh terhadap non-biologis yaitu radiasi matahari akan mempengaruhi suhu.

b. Kecerahan

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

maka tingkat kecerahan dari perairan tersebut akan menurun (Wiadnya *et al*, 1993).

Hasil pengukuran kecerahan selama penelitian disajikan pada Tabel 3. berikut ini :

Tabel 3. Hasil pengukuran kecerahan (cm) selama penelitian

Stasiun	Minggu ke			
	I	II	III	IV
I	71.5	85	77	88.5
II	75.5	86.5	103	98
III	84	87.5	90.5	90.25

Dari Tabel 3. dapat diketahui nilai kecerahan di waduk Wonorejo berkisar antara 71.5 – 103 cm. Perairan yang baik menurut Cholik *et al.* (1991) dalam Elvince *et al.* (2006), bahwa kecerahan perairan 30 – 60 cm cukup baik untuk pertumbuhan organisme perairan.

Hasil pengukuran kecerahan, nilai terendah diperoleh pada stasiun I minggu pertama sebesar 71.5 cm, hal ini diduga disebabkan karena kelimpahan zooplankton dan fitoplankton yang cukup tinggi dan hal ini juga disebabkan karena letak stasiun ini yang berada didaerah dermaga sehingga banyak mendapat masukkan limbah baik dari aktifitas manusia seperti pemancingan dan pariwisata sehingga menyebabkan kekeruhan. Sedangkan nilai kecerahan tertinggi diperoleh pada stasiun II minggu ketiga sebesar 103 cm, hal ini disebabkan karena letak dari stasiun ini merupakan pertemuan muara sungai sehingga adanya aliran yang masuk menyebabkan terjadi pengadukan terus-menerus yang menyebabkan kondisi perairan tetap jernih. Menurut Soesono (1974), yang

mempengaruhi kekeruhan adalah benda-benda halus yang tersuspensi dan jasad-jasad renik yang berupa plankton.

Lebih lanjut pengukuran kecerahan pada periode waktu pengambilan sampel yang berbeda disajikan pada Tabel 4. dibawah ini

Tabel 4. Hasil pengukuran kecerahan (cm) pada periode waktu pengambilan sampel yang berbeda

Stasiun	Waktu Pengambilan		
	06.00 – 09.00	09.00 – 12.00	12.00 – 15.00
I	71	88.5	86.5
II	87.5	98	90.25
III	86.5	90.25	80

Berdasarkan pengukuran kecerahan pada periode waktu yang berbeda dapat diketahui bahwa nilai kecerahan berbanding lurus dengan intensitas cahaya matahari. Nilai kecerahan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya matahari dan kemudian mengalami penurunan seiring dengan semakin berkurangnya intensitas cahaya matahari. Menurut Effendi (2003), bahwa nilai kecerahan sangat dipengaruhi oleh cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, padatan serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran.

4.3.2 Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Effendi, 2003). Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) yang dilakukan selama penelitian disajikan pada Tabel 5. berikut ini :

Tabel 5. Hasil pengukuran pH selama penelitian

Stasiun	Kedalaman (cm)	Minggu ke			
		I	II	III	IV
I	0	7	7	8	8
	30	7	7	8	8
	60	7	7	7	7
	90	7	7	7	7
II	0	8	7	8	8
	30	8	7	8	8
	60	8	7	8	8
	90	8	7	8	8
III	0	8	7	8	8
	30	8	7	8	8
	60	8	7	8	8
	90	8	7	8	8

Berdasarkan hasil pengukuran nilai pH didapatkan pH perairan berkisar 7 – 8. Pengukuran pH yang dilakukan selama minggu I - IV di tiga stasiun ini, dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan pH dari minggu I - IV di setiap stasiun, kedalaman dan waktu yang berbeda. Hal ini berarti bahwa pH pada semua stasiun tersebut masih sangat layak untuk kehidupan organisme perairan didalamnya. Menurut Mahida (1984), pH menyatakan intensitas keasaman dari suatu cairan dan mewakili konsentrasi ion hidrogennya. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5.

Lebih lanjut pengukuran derajat keasaman (pH) pada periode waktu pengambilan sampel yang berbeda disajikan pada Tabel 6.

Berdasarkan hasil pengukuran pH pada Tabel 6. dibawah, pada periode waktu yang berbeda nilai yang diperoleh tidak terlalu berbeda. Nilai yang diperoleh berkisar antara 7 – 8. Hal ini diduga disebabkan karena perairan waduk Wonorejo mempunyai

kemampuan untuk menyanggah fluktuasi pH. Menurut Purwito (2002) dalam Hidayati (2003), nilai pH dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen terlarut dan CO₂ bebas. Keseimbangan antara konsentrasi oksigen terlarut dan CO₂ bebas di dalam ekosistem perairan erat kaitannya dengan penguraian bahan organik oleh bakteri yang memerlukan oksigen dan menghasilkan CO₂ ().

Tabel 6. Hasil pengukuran pH pada periode waktu pengambilan sampel yang berbeda

Stasiun	Kedalaman (cm)	Waktu Pengambilan		
		06.00 – 09.00	09.00 – 12.00	12.00 – 15.00
I	0	7	8	8
	30	7	8	8
	60	8	7	8
	90	8	7	8
II	0	8	8	8
	30	8	8	8
	60	8	8	8
	90	8	8	8
III	0	8	8	8
	30	8	8	8
	60	8	8	8
	90	8	8	8

b. *Dissolved Oxygen (DO)*

Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam perairan. Kadar oksigen yang terlarut dalam perairan alami bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, tubulensi air dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian, serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil. Peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10%. Dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol hingga kondisi anaerob (Effendi, 2003). Hasil pengukuran oksigen terlarut yang dilakukan selama penelitian disajikan pada Tabel 7. berikut ini :

Tabel 7. Hasil pengukuran oksigen terlarut (mg/l) selama penelitian

Stasiun	Kedalaman (cm)	Minggu ke			
		I	II	III	IV
I	0	6,71	7,93	6,65	6,43
	30	6,68	7,56	6,43	6,98
	60	6,78	8,35	7,11	7,56
	90	7,32	8,83	7,77	6,66
II	0	6,62	7,37	6,44	6,6
	30	6,01	7,63	6,19	6,34
	60	6,63	7,77	6,83	6,88
	90	6,49	7,50	6,90	6,49
III	0	6,49	6,04	6,24	6,61
	30	6,96	6,50	6,19	6,47
	60	6,96	6,21	6,21	6,70
	90	6,70	6,24	6,90	7,01

Berdasarkan Tabel 7. hasil pengukuran oksigen terlarut berkisar antara 6,01 mg/l – 8,83 mg/l. Menurut Boyd and Lichkopper *dalam* Nurhudah (1986), kandungan oksigen dalam perairan yang baik untuk pertumbuhan organisme perairan > 5 ppm. Kandungan oksigen terlarut yang terdapat di waduk Wonorejo masih layak untuk kehidupan zooplankton dan organisme perairan lainnya.

Lebih lanjut pengukuran oksigen terlarut (mg/l) pada periode waktu pengambilan yang berbeda disajikan pada Tabel 8.

Berdasarkan Tabel 8. hasil pengukuran kadar oksigen terlarut dalam Waduk Wonorejo pada periode waktu yang berbeda berkisar antara 6,05 mg/l – 8,72 mg/l. Menurut Widjanarko (2005) pada pagi hari, konsentrasi oksigen mungkin dibawah tingkat kejenuhannya, tetapi pada siang hari terjadi super saturasi yang dihasilkan dari proses fotosintesa, sehingga oksigen berdifusi kedalam perairan pada pagi hari dan lepas dari perairan pada siang hari berikutnya. Demikian juga menjelang malam hari,

kandungan oksigen perairan berada dalam konsentrasi super saturasi, tetapi beberapa jam kemudian oleh adanya respirasi menyebabkan oksigen berada kondisi dibawah saturasinya dan merubah arah transfer oksigen.

Tabel 8. Hasil pengukuran oksigen terlarut (mg/l) pada periode waktu pengambilan sampel yang berbeda

Stasiun	Kedalaman (cm)	Waktu Pengambilan		
		06.00 – 09.00	09.00 – 12.00	12.00 – 15.00
I	0	7,70	6,43	8,72
	30	6,15	6,98	6,66
	60	6,77	7,56	7,69
	90	8,51	6,66	6,83
II	0	6,88	6,6	6,57
	30	6,73	6,34	7,71
	60	6,5	6,88	7,37
	90	6,6	6,49	6,12
III	0	6,41	6,61	6,05
	30	6,42	6,47	6,97
	60	6,55	6,70	6,70
	90	6,55	7,01	6,36

c. TOM (Bahan Organik Total)

Menurut Sugiharto (1987), bahan organik (*Organic Matter*) adalah zat yang pada umumnya merupakan bagian dari binatang atau tumbuh-tumbuhan dengan komponen utamanya adalah karbon, protein dan lemak atau lipid. Bahan organik mudah sekali mengalami pembusukan oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut dalam perairan. Menurut Subarijanti (1990), bahan organik yang terdapat di dalam suatu perairan, bisa sebagai allochtonous dan autochtonous. Allochtonous yaitu yang berasal dari daerah sekitarnya yang terbawa aliran masuk ke perairan tersebut, sedangkan autochtonous yaitu yang berasal dari dalam perairan itu sendiri yaitu sebagai hasil pembusukan organisme – organisme yang mati.

Hasil analisis kandungan bahan organik (TOM) selama penelitian disajikan disajikan pada Tabel 9. berikut ini :

Tabel 9. Hasil pengukuran bahan organik (mg/l) selama penelitian

Stasiun	Kedalaman (cm)	Minggu ke			
		I	II	III	IV
I	0	8,12	8,21	8,31	8,46
	30	8,34	8,54	8,44	8,57
	60	8,88	8,99	8,93	8,95
	90	8,65	8,74	8,63	8,91
II	0	8,79	8,11	8,26	8,07
	30	8,41	8,45	8,85	8,85
	60	8,87	8,98	8,29	8,57
	90	8,58	8,36	8,9	8,66
III	0	7,11	7,27	6,54	7,17
	30	7,79	7,56	6,93	7,74
	60	7,57	7,97	7,05	7,79
	90	7,49	7,24	7,15	7,76

Berdasarkan Tabel 9. kandungan bahan organik (TOM) berkisar antara 6,54 mg/l – 8,99 mg/l, bahan organik tertinggi terdapat pada stasiun I dan stasiun II hal ini diduga karena stasiun I berada didaerah dermaga sehingga banyak mendapat masukan limbah baik dari aktifitas manusia maupun sampah yang berasal dari pepohonan yang jatuh ke perairan sedangkan stasiun II merupakan daerah muara sungai yang mendapatkan banyak masukan unsur organik maupun anorganik. Kelimpahan zooplankton juga tertinggi terdapat pada stasiun I dan II, hal ini diduga karena selain memakan fitoplankton, zooplankton juga memakan bahan organik. Berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 dalam Tantowi (2002), perairan dikatakan tercemar dan tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh manusia (misalnya untuk air minum) bila memiliki kandungan bahan organik lebih dari 10 mg/l, namun masih bisa dimanfaatkan untuk

kehidupan organisme air seperti ikan, plankton dan lain-lain. Di waduk Wonorejo airnya masih jernih dan di duga tidak banyak terdapat bahan organik dan masih sangat layak untuk kehidupan organisme perairan karena nilai TOM < 10 mg/l.

Lebih lanjut pengukuran bahan organik (mg/l) pada periode waktu pengambilan yang berbeda disajikan pada Tabel 10. dibawah ini :

Tabel 10. Hasil pengukuran bahan organik (mg/l) pada periode waktu pengambilan waktu yang berbeda

Stasiun	Kedalaman (cm)	Waktu Pengambilan		
		06.00 – 09.00	09.00 – 12.00	12.00 – 15.00
I	0	8,07	8,46	8,91
	30	8,43	8,57	8,58
	60	8,85	8,95	8,32
	90	8,85	8,91	8,88
II	0	8,11	8,07	8,13
	30	8,62	8,85	8,87
	60	8,98	8,57	8,89
	90	8,64	8,66	8,35
III	0	7,34	7,17	6,32
	30	7,41	7,74	6,36
	60	7,47	7,79	6,87
	90	7,47	7,76	6,89

Berdasarkan Tabel 10. kandungan bahan organik (mg/l) pada pengambilan waktu yang berbeda pada pengambilan 06.00 – 09.00, 09.00 – 12.00 dan 12.00 – 15.00, kandungan bahan organik tertinggi terdapat pada stasiun I dan II, hal ini diduga kedua stasiun II banyak mendapatkan masukan bahan organik. Kandungan bahan organik terendah selama penelitian dan pada periode waktu yang berbeda, terdapat pada stasiun III yang merupakan daerah outlet. Hal ini diduga karena pada stasiun ini bahan organik sudah mengalami pengendapan dan sebagian terbawa aliran air yang keluar.

4.4 Zooplankton

4.4.1 Kelimpahan dan Pola Distribusi Vertikal Zooplankton

Kelimpahan adalah jumlah zooplankton tiap liter di suatu perairan. Zooplankton mempunyai kemampuan adaptasi yang berbeda terhadap lingkungan hidupnya. Kelimpahan zooplankton selama penelitian di waduk Wonorejo pada minggu pertama sampai minggu keempat disajikan pada tabel 11. berikut ini :

Tabel 11. Kelimpahan zooplankton(ind/ml)

Stasiun	Kedalaman	Minggu			
		I	II	III	IV
I	0	4	6	6	2
	30	6	8	8	8
	60	10	16	14	12
	90	8	10	8	12
II	0	4	4	2	4
	30	8	8	10	6
	60	12	12	8	10
	90	10	14	10	10
III	0	0	2	0	0
	30	8	4	6	6
	60	6	8	8	6
	90	4	10	8	6

Berdasarkan Tabel 11, diketahui kelimpahan zooplankton dari empat kali pengambilan di tiga stasiun di waduk Wonorejo berkisar antara 0 ind/ml – 16 ind/ml, stasiun I dan stasiun III kelimpahan tertinggi terdapat pada kedalaman 60 cm sedangkan pada stasiun II kelimpahan tertinggi pada kedalaman 90 cm. Jika dihubungkan dengan kelimpahan fitoplankton ternyata mempunyai pola yang sama dengan kelimpahan fitoplankton yaitu pada stasiun I dan stasiun III kelimpahan tertinggi pada kedalaman 60 cm sedangkan pada stasiun II pada kedalaman 90 cm (kelimpahan fitoplankton dapat dilihat pada lampiran 8). Hal ini diduga karena fitoplankton merupakan makanan zooplankton, untuk keberadaan fitoplankton selalu diikuti oleh zooplankton.

Kelimpahan zooplankton (ind/ml) pada pengamatan waktu yang berbeda yaitu pada jam 06.00, jam 09.00 dan jam 12.00, dapat dilihat pada tabel 12 dan gambar 4.

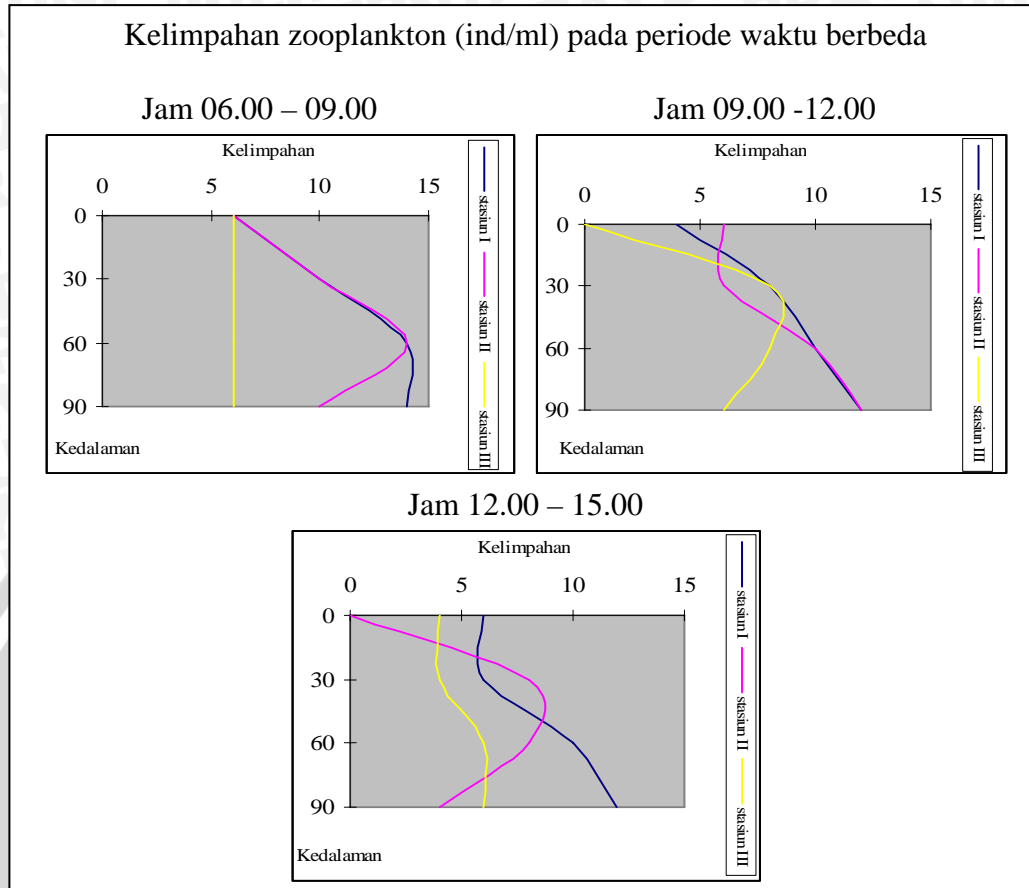
Berdasarkan Tabel 12 dan Gambar 5 di bawah, menunjukkan bahwa kelimpahan tertinggi pada pengambilan jam 06.00 di stasiun I pada kedalaman 60 cm dan 90 cm sebesar 14 ind/ml dan pada stasiun II kedalaman 60 cm sebesar 14 ind/ml. Pengambilan pada jam 09.00 kelimpahan tertinggi di stasiun I dan stasiun II pada kedalaman 90 cm sebesar 12 ind/ml dan pada pengambilan jam 12.00 kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun I kedalaman 60 sebesar 12 ind/ml. Jika dihubungkan dengan kelimpahan fitoplankton pada pengambilan periode waktu berbeda, kelimpahan fitoplankton pada pengambilan jam 06.00 di stasiun I pada kedalaman 60 cm dan 90 cm dan stasiun II kedalaman 60 cm tinggi, pada pengambilan jam 09.00 di stasiun I dan II kelimpahan tertinggi juga terdapat pada kedalaman 90 cm dan pada pengambilan jam 12.00 kelimpahan tertinggi di stasiun I kedalaman 60 cm (Lihat pada Lampiran 8). Fitoplankton merupakan makanan dari zooplankton selain bahan organik, sehingga kelimpahan dari fitoplankton juga diikuti oleh kelimpahan zooplankton.

Tabel 12. Kelimpahan zooplankton(ind/ml) pada periode waktu yang berbeda

Stasiun	Kedalaman (cm)	Waktu Pengambilan		
		06.00 - 09.00	09.00 – 12.00	12.00 – 15.00
I	0	6	4	6
	30	10	8	6
	60	14	10	10
	90	14	12	12
II	0	6	6	0
	30	10	6	8
	60	14	10	8
	90	10	12	4
III	0	6	0	4
	30	6	8	4
	60	6	8	6
	90	6	6	6

Dari data kelimpahan zooplankton (ind/ml) pada periode waktu yang berbeda pukul 06.00 – 09.00, 09.00 – 12.00 dan 12.00 -15.00 diatas disajikan pada gambar 4.

berikut ini :



Gambar 5. Kelimpahan zooplankton pada periode waktu yang berbeda

Jika dilihat dari kelimpahan zooplankton yang hidup di perairan Waduk Wonorejo selama penelitian berkisar antara 2 ind/ml – 16 ind/ml, maka perairan ini termasuk perairan yang mempunyai tingkat kesuburan sedang (mesotrofik). Sesuai dengan pernyataan Goldman dan Horne dalam Sulamto (1998), perairan berdasarkan kesuburannya dapat diklasifikasikan menjadi 3 tingkatan, yaitu:

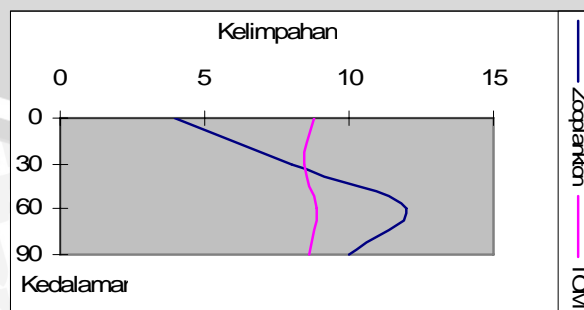
- Oligotrofik : Perairan yang mempunyai tingkat kesuburan rendah dengan kelimpahan zooplankton kurang dari 1 ind/lt.
- Mesotrofik : Perairan yang mempunyai tingkat kesuburan sedang dengan kelimpahan zooplankton antara 1-500 ind/lt.

- Eutrofik : Perairan yang mempunyai tingkat kesuburan tinggi dengan kelimpahan zooplankton lebih dari 500 ind/lt.

Distribusi adalah penyebaran organisme yang ada di suatu wilayah tertentu. Menurut Subarijanti (1990), Zooplankton kebanyakan respon terhadap perubahan intensitas cahaya, ia bermigrasi ke permukaan pada saat petang hari dan ke bawah pada dini hari atau fajar. Gerakannya kebawah kemungkinan karena tenggelam secara pasif atau aktif berenang menghindari sinar. Selama ada stratifikasi ia akan berenang lebih kuat menerobos thermoklin ke epilimnion untuk memangsa atau menghindari predator.

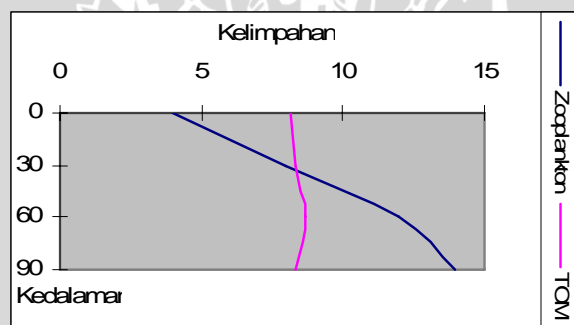
Pola distribusi vertikal zooplankton di waduk Wonorejo selama penelitian disajikan pada Lampiran 25, dikelompokkan kedalam 3 tipe pola distribusi yaitu :

- Pola A : yaitu rendah dipermukaan, kemudian meningkat pada kedalaman 30 cm, 60 cm, dan menurun pada kedalaman 90 cm. Pola ini terdapat pada pengamatan minggu pertama stasiun I, II, minggu kedua stasiun I dan minggu ketiga stasiun I. Pola pada minggu pertama stasiun II dan pada minggu ketiga stasiun I mengikuti pola distribusi fitoplankton, sedangkan pada minggu pertama stasiun I dan minggu kedua stasiun I mengikuti pola distribusi TOM (Lihat pada Lampiran 25). Hal ini diduga karena zooplankton memakan fitoplankton dan memakan bahan organik. Adapun contoh gambar pola A, dapat dilihat pada Gambar 6. berikut ini :



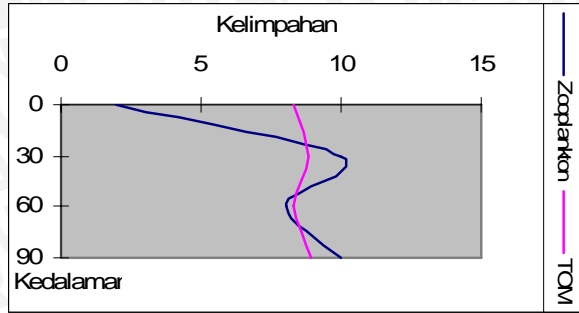
Gambar 6. Pola A

- Pola B : yaitu rendah dipermukaan, kemudian terus meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pola ini terdapat pada pengambilan minggu pertama stasiun III, minggu kedua stasiun II, III , minggu ketiga stasiun III dan minggu keempat stasiun I, II, III. Pola B distribusi zooplankton ini mengikuti pola distribusi TOM yang meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman (Lihat pada Lampiran 25). Hal ini diduga karena selain memakan fitoplankton, zooplankton memanfaatkan bahan organik sebagai makanannya. Dilihat dari komposisi zooplankton phylum Rotifera yang mendominasi, menurut Subarijanti (1990), menyatakan bahwa Rotifera biasa terdapat di perairan yang di pupuk dengan pupuk organik. Adapun contoh gambar pola B, dapat dilihat pada Gambar 7. berikut ini :



Gambar 7. Pola B

- Pola C : yaitu rendah dipermukaan, kemudian meningkat pada kedalaman 30 cm, menurun pada kedalaman 60 cm dan meningkat lagi pada kedalaman 90 cm. Pola ini terdapat pada pengamatan minggu ketiga stasiun II. Pola distribusi zooplankton ini mengikuti pola distribusi fitoplankton (Lihat pada Lampiran 25). Hal ini di duga karena fitoplankton merupakan makannya zooplankton. Adapun contoh gambar pola C, dapat dilihat pada Gambar 8. berikut ini :



Gambar 8. Pola C

Pola distribusi zooplankton di waduk Wonorejo sangat dipengaruhi oleh Bahan Organik Total (TOM) dan fitoplankton. Menurut Subarijanti (1990), yang menyatakan beberapa jenis dari zooplankton dari phylum Protozoa, Rotifera dan Crustacea banyak terdapat di perairan yang banyak mengandung bahan organik. Menurut Endang dan Kusriani (2005), zooplankton bersifat sebagai predator umum dari fitoplankton.

Berdasarkan periode waktu, pola distribusi vertikal zooplankton harian di waduk wonorejo terdapat 3 tipe pola distribusi, yaitu :

- Periode pukul 06.00 – 09.00

Pola distribusi vertikal zooplankton pada periode pukul 06.00 – 09.00 mempunyai tipe pola A, B dan D. Pola A, yaitu rendah dipermukaan, kemudian meningkat pada kedalaman 30 cm, 60 cm, dan menurun pada kedalaman 90 cm. Pola A terdapat di stasiun II, pola ini mengikuti pola distribusi TOM. Pola B, yaitu rendah dipermukaan kemudian meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pola B terdapat di stasiun I, pola ini mengikuti pola distribusi TOM. Pola D, yaitu pada permukaan sampai kedalaman nilai jumlah kelimpahannya sama. Pola D terdapat di stasiun III, pola ini mengikuti pola distribusi TOM (Lihat pada Lampiran 26). Hal ini diduga karena pada pengambilan pukul 06.00 – 09.00 phylum Rotifera yang mendominasi, menurut

Subarijanti (1990), Rotifera biasa terdapat di perairan yang di pupuk dengan pupuk organik.

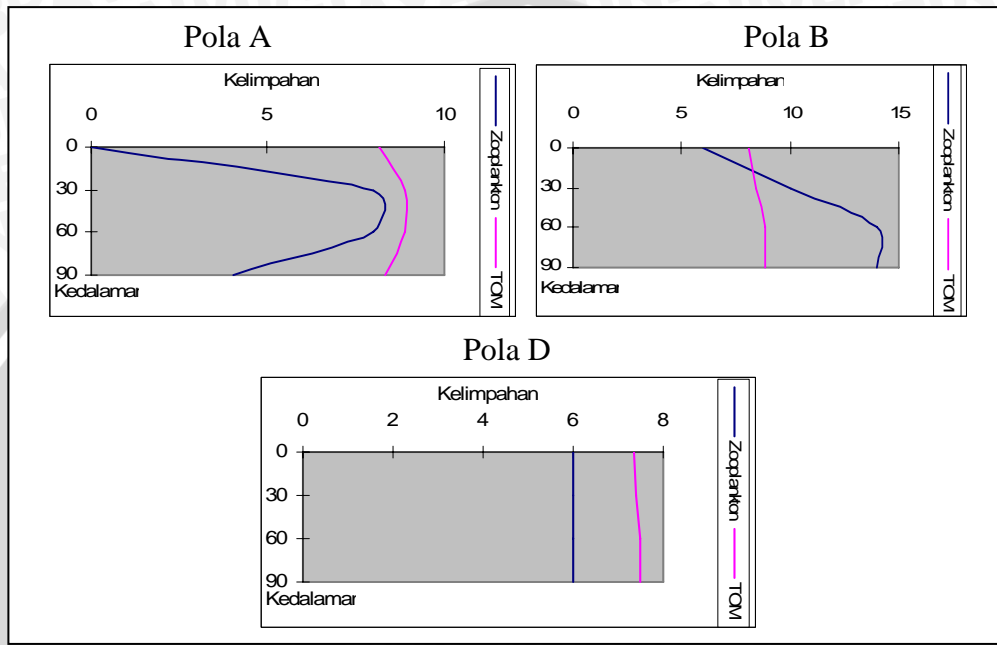
- Periode pukul 09.00 – 12.00

Pola distribusi vertikal zooplankton pada periode pukul 09.00 – 12.00 mempunyai tipe pola A dan pola B. Pola A, yaitu rendah dipermukaan kemudian meningkat pada kedalaman 30 cm, 60 cm dan menurun pada kedalaman 90 cm. Pola ini terdapat di stasiun III, pola ini mengikuti pola distribusi fitoplankton pada pukul 09.00 – 12.00 di stasiun III (Lihat pada Lampiran 26). Hal ini diduga karena selain memakan bahan organik zooplankton juga memakan fitoplankton. Pola B, yaitu rendah dipermukaan kemudian meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pola ini terdapat di stasiun I dan II, pola ini mengikuti pola distribusi TOM dimana nilai TOM meningkat pada kedalaman 30 cm, 60 cm dan 90 cm. Hal ini diduga karena zooplankton memanfaatkan bahan organik sebagai makanan.

- Periode pukul 12.00 – 15.00

Pola distribusi vertikal zooplankton pada periode pukul 09.00 – 12.00 mempunyai tipe pola A dan B. Pola A, yaitu yaitu rendah dipermukaan kemudian meningkat pada kedalaman 30 dan 60 cm kemudian menurun pada kedalaman 90 cm. Pola ini terdapat di stasiun II, pola ini mengikuti pola distribusi fitoplankton pada pengambilan pukul 12.00 – 15.00 di stasiun II (Lihat pada Lampiran 26). Pola B, yaitu rendah dipermukaan kemudian meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pola B terdapat di stasiun I dan stasiun III, pola ini mengikuti pola distribusi TOM. Hal ini diduga karena faktor yang mempengaruhi zooplankton melakukan distribusi vertikal adalah makanan (fitoplankton dan bahan organik).

Adapun contoh gambar pola distribusi vertikal zooplankton harian di waduk wonorejo yang mempunyai 3 tipe pola distribusi, dapat dilihat pada Gambar 9. berikut ini :



Gambar 9. Contoh pola distribusi vertikal harian (pola A, pola B dan pola D)

Pola distribusi vertikal zooplankton pada periode waktu yang berbeda dipengaruhi oleh faktor makanan (baik fitoplankton maupun bahan organik), kualitas air juga intensitas cahaya. Yang paling mempengaruhi pola distribusi zooplankton di waduk Wonorejo adalah Bahan Organik Total (TOM). Menurut Subarijanti (1990), faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah zooplankton dalam suatu perairan antara lain ialah : oksigen terlarut, cahaya, suhu, makanan, pH dan gerakan air. Zooplankton pasif untuk turun ke bawah, tetapi ia akan aktif berenang menghindari cahaya. Karena zooplankton adalah hewan, maka ia akan mendiami semua atau seluruh kedalaman perairan dimana keadaan oksigennya memenuhi dan cukup makanan.

4.4.2 Jenis Zooplankton di Waduk Wonorejo

Plankton adalah organisme yang hidup melayang pada air laut dan tawar dan pergerakannya tergantung oleh arus dan angin (Boney, 1975 dalam Kusriani, 1992), kita ketahui bahwa plankton terdiri dari organisme nabati yang disebut fitoplankton dan organisme hewani yang disebut zooplankton.

Hasil pengamatan di Waduk Wonorejo ditemukan 3 phylum, yaitu Arthropoda, Rotifera dan Protozoa dan jumlah genus yang ditemukan adalah 10 genus, sebagai berikut:

1) Phylum Arthropoda

- *Cyclop*
- *Dioptomus*
- *Nauplii*
- *Zoea*

2) Phylum Rotifera

- *Asplanchna*
- *Branchionus*
- *Diurella*
- *Euclanis*
- *Keratella*

3) Phylum Protozoa

- *Bodo*



Arthropoda

Anggota dari phylum Arthropoda telah mengalami perkembangan evolusi lebih sempurna dan efisien dibanding organisme lainnya. Organisme ini biasa hidup pada hampir setiap “*ecological niche*” baik di darat maupun di laut, dimana saja kondisi memungkinkan bagi kehidupan. Kelas terbesar dari phylum ini adalah insekta yang hampir semua anggotanya hidup di darat, hanya beberapa spesies saja yang hidup di air, terutama air tawar (Endang dan Kusriani, 2005).

Rotifera

Rotifera adalah binatang mikroskopis yang sangat kecil dengan struktur sel secara relatif sangat sederhana. Walaupun multi selluler, jumlah sel dari organisme ini masih relatif sedikit. Spesiesnya mempunyai sejumlah sel yang terlalu bervariasi seperti organisme lainnya. Phylum Rotifera dijuluki “*minor phylum*” karena jumlah spesiesnya sering mendominasi lingkungan sekitarnya (Kusriani, 1992).

Rotifera terdapat hampir di semua perairan terutama di kolom-kolom dan di danau-danau. Hewan ini pemakan phytoplankton dan detritus. Bergerak dengan bulu-bulu getar yang terdapat di sekitar mulutnya, aktif bergerak dan berenang (Subarijanti, 1990).

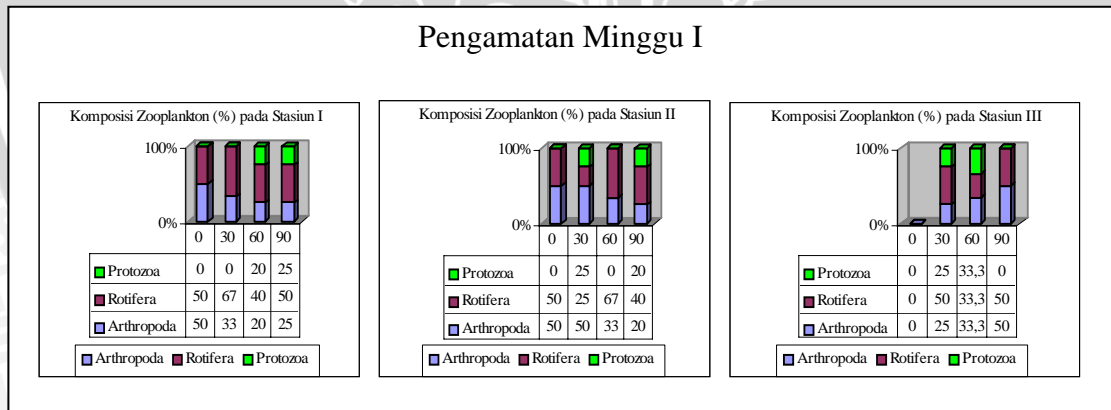
Protozoa

Protozoa merupakan karakteristik dari segala macam lingkungan akuatik yang mungkin saja merupakan planktonik, epifit, benthic maupun parasit dan hidupnya soliter atau berkoloni. Hewan ini merupakan organisme unicelluler karena terdiri dari satu sel dan disebut juga dengan organisme tingkat protoplasma (hewan yang termasuk dalam organisme ini melakukan proses metabolisme demi kelangsungan hidupnya yang terjadi di dalam sel protoplasma itu sendiri) (Endang dan Kusriani, 2005).

4.4.3 Komposisi Zooplankton di waduk Wonorejo

Komposisi zooplankton adalah zooplankton yang menempati suatu perairan. Kehadiran zooplankton bervariasi dari suatu tempat ke tempat yang lain. Perbedaan ini disebabkan oleh kondisi kualitas air yang dapat mempengaruhi komposisi jenisnya. Penelitian ini di setiap stasiun dan tiap kedalaman mempunyai komposisi yang berbeda-beda. Komposisi zooplankton yang ditemukan dari hasil Penelitian terdiri dari 3 phylum, yaitu Arthropoda, Rotifera dan Protozoa. Jumlah genus yang ditemukan selama penelitian adalah 10 genus. Phylum dengan jumlah genus tertinggi adalah phylum Rotifera yang terdiri dari 5 genus (*Asplanchna*, *Brachionus*, *Diurella*, *Euclanis* dan *Keratella*), kemudian phylum Arthropoda dengan 4 genus (*Cyclop*, *Diaptomus*, *Nauplii* dan *Zoea*) dan phylum Protozoa yang terdiri dari 1 genus (*Bodo*).

Komposisi zooplankton (%) pada pengambilan minggu pertama disajikan pada Gambar 10. sedangkan data komposisi zooplankton disajikan pada lampiran 11 - 14.

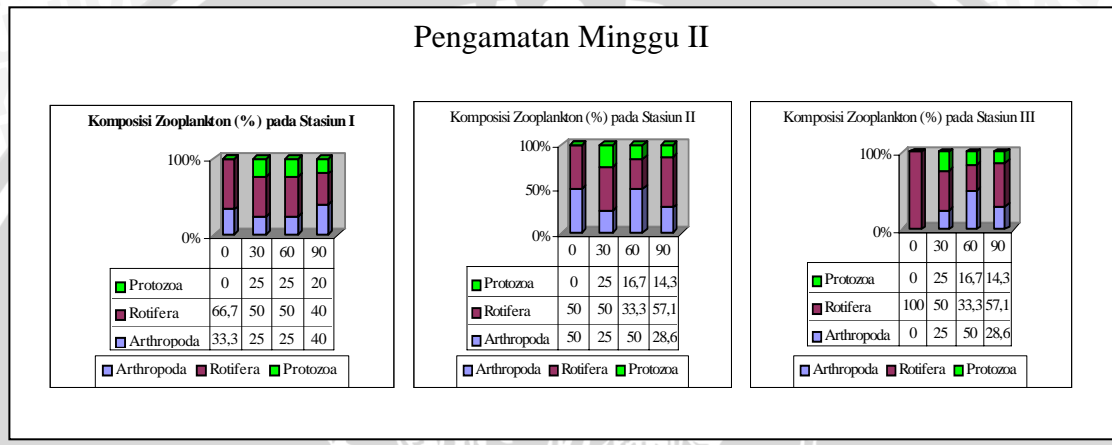


Gambar 10. Komposisi zooplankton pada pengambilan minggu I

Berdasarkan Gambar 10. dapat dilihat phylum yang mendominasi di waduk Wonorejo pada stasiun I, II, III di setiap kedalamannya yaitu phylum Rotifera diikuti phylum Arthropoda dan yang paling rendah phylum Protozoa. Hal ini sesuai dengan

penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Marham (2003) di danau Buyan menunjukkan bahwa zooplankton yang mendominasi di danau Buyan berasal dari phylum Rotifera. Hal ini diduga karena phylum ini dapat hidup dimana saja kondisi memungkinkan bagi kehidupannya.

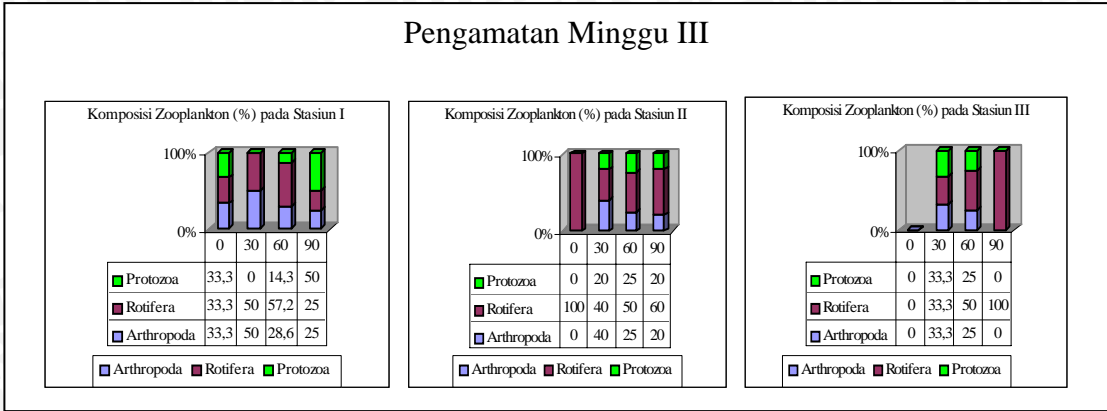
Komposisi zooplankton (%) pada pengambilan minggu kedua disajikan pada Gambar 11. berikut ini :



Gambar 11. Komposisi zooplankton pada pengambilan minggu II

Berdasarkan Gambar 11. dapat dilihat phylum yang mendominasi di waduk Wonorejo pada stasiun I, II, III di setiap kedalamannya, yaitu phylum Rotifera. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Fitriya (2005) di waduk Lahor, menunjukkan bahwa zooplankton yang mendominasi waduk Lahor berasal dari phylum Rotifera. Menurut Subarijanti (1990), Rotifera hampir terdapat di semua perairan di kolam-kolam dan di danau-danau. Bergerak dengan bulu-bulu getar yang terdapat di sekitar mulutnya.

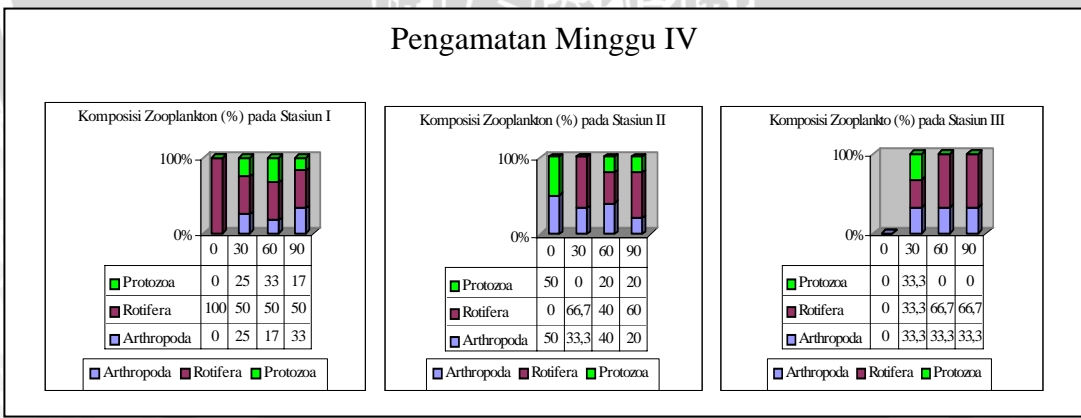
Komposisi zooplankton (%) pada pengambilan minggu ketiga disajikan pada Gambar 12. berikut ini :



Gambar 12. Komposisi zooplankton pada pengambilan minggu III

Berdasarkan Gambar 12. dapat dilihat phylum yang mendominasi di waduk Wonorejo pada stasiun I, II, III di setiap kedalamannya, yaitu phylum Rotifera dibandingkan phylum Arthropoda dan phylum Protozoa. Hal ini diduga Rotifera menyebar secara kosmopolit.

Komposisi zooplankton (%) pada pengambilan minggu keempat disajikan pada Gambar 13. berikut ini :



Gambar 13. Komposisi zooplankton pada pengambilan minggu IV

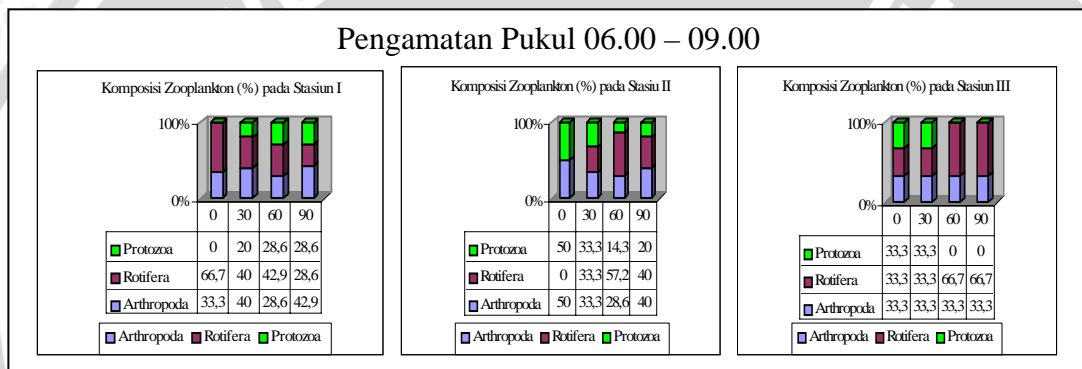
Dari Gambar 13. diatas dapat dilihat komposisi zooplankton pada stasiun I, II, III di setiap kedalamannya, yaitu phylum Rotifera. Menurut Endang dan Kusriani (2005),

Rotifera adalah binatang microscopis yang sangat kecil dan spesiesnya banyak mendominasi lingkungan sekitarnya.

Komposisi zooplankton pada periode waktu yang berbeda disajikan pada gambar berikut ini :

A. Periode Pukul 06.00 – 09.00

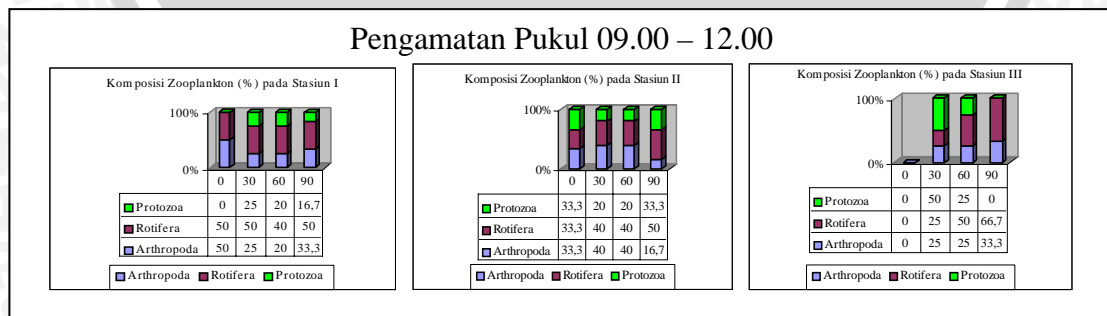
Berdasarkan Gambar 14. dapat dilihat komposisi zooplankton yang mendominasi waduk Wonorejo pada pukul 06.00 – 09.00 di dominasi oleh phylum Rotifera.



Gambar 14. Komposisi zooplankton pada pengambilan pukul 06.00 – 09.00

B. Periode Pukul 09.00 – 12.00

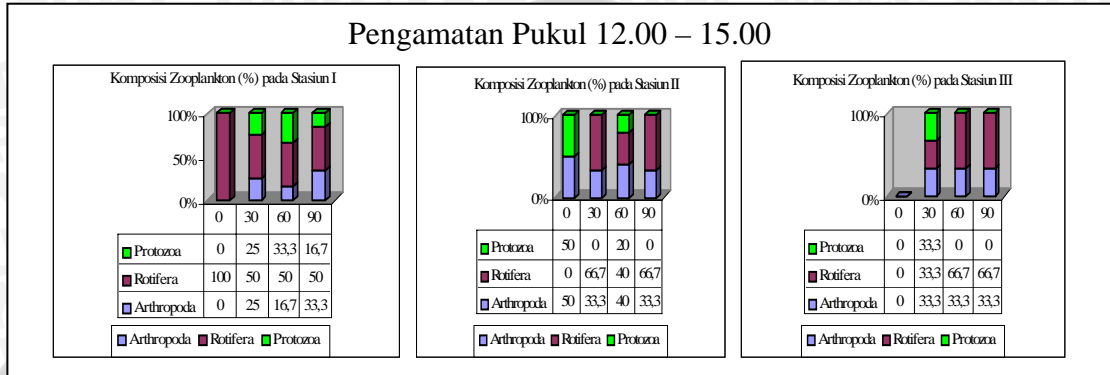
Berdasarkan Gambar 15. dapat dilihat bahwa pada pengambilan pukul 09.00 – 12.00 phylum yang mendominasi di stasiun I, II, III , yaitu phylum Rotifera diikuti phylum Arthropoda dan phylum Protozoa.



Gambar 15. Komposisi zooplankton pada pengambilan pukul 09.00 – 12.00

C. Periode Pukul 12.00 – 15.00

Berdasarkan Gambar 16. dapat dilihat komposisi zooplankton di waduk Wonorejo pada pengambilan pukul 12.00 – 15.00 di stasiun I, II dan III yaitu phylum Rotifera.



Gambar 16. Komposisi zooplankton pada pengambilan pukul 12.00 – 15.00

Komposisi zooplankton pada pengambilan periode waktu yang berbeda pukul 06.00 – 09.00, 09.00 – 12.00 dan 12.00 -15.00 di stasiun I, II, III zooplankton yang mendominasi yaitu phylum Rotifera. Hal ini diduga karena phylum ini dapat hidup dimana saja kondisi memungkinkan bagi kehidupannya.

4.3.4 Indeks Keragaman (*Indeks Diversity*)

Diversitas adalah suatu keanekaragaman atau perbedaan diantara anggota-anggota suatu kelompok. Semakin banyak jumlah jenisnya, maka semakin besar diversitasnya. Hubungan antara jumlah jenis dengan individu dapat dinyatakan dalam indeks keragaman (*Diversity Indeks*) (Odum, 1971).

Berdasarkan Lampiran 18 – 21. hasil penelitian bahwa indeks keragaman H' selama penelitian berkisar antara 0,00144 - 0,52877 sedangkan indeks keragaman H' pada pengambilan periode waktu berbeda (Lampiran 22 – 24) berkisar antara 0,00144 -

0,5283 . Hal ini berarti bahwa keragaman zooplankton di perairan tersebut tergolong keragaman rendah. Sesuai dengan pernyataan Odum (1971):

$H' < 1$: keragaman rendah

$1 < H' < 3$: keragaman sedang

$H' > 3$: keragaman tinggi

Kondisi tersebut menunjukkan perairan dalam keragaman rendah. Nilai keanekaragaman tidak hanya tergantung pada jenis dalam komunitas tetapi juga tergantung pada kelimpahan individu dalam tiap jenisnya serta kematian secara alami maupun dimangsa oleh predator. Semakin besar nilai keanekaragaman suatu perairan akan semakin stabil perairan tersebut bagi kehidupan organisme di dalamnya.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di waduk Wonorejo dapat disimpulkan bahwa :

Kondisi kualitas air selama pengamatan baik suhu, kecerahan, pH, DO, TOM, fitoplankton dan keanekaragaman zooplankton di perairan waduk Wonorejo masih menunjukkan keadaan yang baik dan masih layak untuk kehidupan organisme perairan.

Pola distribusi vertikal zooplankton selama penelitian di waduk Wonorejo dikelompokkan menjadi 3 tipe pola distribusi. Sedangkan Pola distribusi vertikal zooplankton harian dikelompokkan menjadi 3 pola distribusi.

Kelimpahan zooplankton tertinggi pada stasiun 1 diikuti stasiun 2 dan terendah pada stasiun 3. Zooplankton yang ditemukan terdiri dari 3 phylum yaitu phylum Arthropoda (4 genus), Rotifera (5 genus) dan Protozoa (1 genus). Zooplankton di dominasi oleh phylum Rotifera.

5.2 Saran

Disarankan kepada pihak pengelola waduk Wonorejo untuk lebih meningkatkan dan menjaga kelestarian kualitas air serta perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pola distribusi zooplankton pada musim hujan dan musim kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- Anna, F. 2005. **Studi Kelimpahan dan Komposisi Zooplankton Di Waduk Lahor Kecamatan Sumber Pucung Kabupaten Malang Jawa Timur**. Praktek Kerja Lapang fakultas Perikanan Universitas Barwijaya Malang. Tidak diterbitkan
- APHA, 1985. **Standart Method for Examination of Water and Wastewater**. Sixteens Edition. American Public. Washington
- Asmawi, S. 1986. **Pemeliharaan Ikan Dalam Keramba**. Gramedia. Jakarta
- Azwar, S. 1997. **Metode Penelitian**. Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- Barus, A. T. 2002. **Limnologi**. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA USU. Medan
- Bloom, J.H. 1998. **Chemical and Physical Water Quality Analisis**. Nuffic Unibraw/LUW/Fish. Malang
- Boyd, C. E. and WW.Waley. 1972. **Studies of Biogeochemistry of Baron**. I. Concentration in Surface Waters, Rainfall and Aquatic Plant Amer. Mide. Natur. 88: 1-14
- Cholik, F., Artati dan R. Afrifudin. 1986. **Alih Bahasa dari Water Quality Management for Pond Fish by C. Boyd dan Koppler (1979)**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan dalam rangka Proyek INFISH Kerja Sama dengan IDRC. Jakarta
- Davis, C.C, 1995. **The Marine and Fresh Water Plankton**. Michigan State University Press. Michigan
- Dhamayanti, R.E. 2002. **Pengaruh Ketersediaan Unsur Hara Nitrat dan Orthopospat terhadap Kelimpahan Fitoplankton di Waduk Wonorejo Kecamatan Pagerwojo Kabupaten Tulungagung Jawa Timur**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang (Tidak diterbitkan)
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta
- Endang, Y. dan Kusriani. 2005. **Planktonologi**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Ewusie, 1990. **Pengantar Ekologi Tropika**. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Google, 2008. **Freshwater Ecology**. www.google.com. Diakses tanggal 05 Juli 2008
- images. 2008. **Zooplankton**. www.google.com. Diakses tanggal 21 April 2008

- Herawati, E. Y. 1989. **Diktat Kuliah Pengantar Planktonologi**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Hidayati, P. I. 2003. **Pengaruh Masukan Bahan Organik Terhadap Fisika dan Kimia Air di Sungai Kaliagir Kecamatan Wagir Kabupaten Malang Jawa Timur**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Hutabarat, S dan Evans, M. S. 1986. **Kunci Identifikasi Zooplankton**. Universitas Indonesia. Jakarta
- Jasa Tirta. 2006. **Waduk Wonorejo**. www.jasatirta1.go.id. Diakses tanggal 15 Maret 2007
- Karim, A. 2002. **Studi Tentang Pencemaran Bahan Organik di Rawa Bureng Kecamatan Gondang Legi Kabupaten Malang Jawa Timur**. Skripsi fakultas Perikanan Universitas Barwijaya Malang. Tidak diterbitkan
- Kusriani. 1992. **Zooplanktonologi**. Nuffic. Unibraw/Law?Fish. Malang
- Mahida U. N. 1984. **Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri**. C.V. Rajawali. Jakarta
- Marham, R. 2003. **Studi Tentang Distribusi dan Komposisi Zooplankton di Danau Buyan Kabupaten Bululeleng Propinsi Bali**. Skripsi fakultas Perikanan Universitas Barwijaya Malang. Tidak diterbitkan
- Marzuki. 1983. **Metodologi Riset**. BPPE. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Munir, M. 2003. **Geologi Lingkungan**. Bayu Media. Malang
- Needham, J. G dan Needham, R. R., 1962. **A Guide to The Study of Fresh Water Biology. First Edition Revised and Enlarged**. Holden – Day Inc. San Fransisco
- Odum, E. P. 1993. **Dasar-Dasar Ekologi**. Terjemahan : Samingan, T. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- , 1971. **Fundamental of Ecology**. WB Saunders Co. Ltd Japan Company. Tokyo
- Sachlan, M. 1972. **Planktonologi**. Direktorat Jendral Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta
- Sahri, M. 1992. **Dasar Metodologi Penelitian dan Rancangan Percobaan**. LUW-UNIBRAW-FISH. Fisheries Project Universitas Brawijaya

- Subarijanti, 1990. **Pemupukan dan Kesuburan Perairan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Sudaryanti, S. 2005. **Diktat Kuliah Biomonitoring**. Nuffic Unibraw/Fish. Malang
- Sugiharto. 1987. **Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah**. U.I. Press. Jakarta
- Sulamto, 1998. **Studi Klasifikasi Perairan Waduk Sengguruh dan Waduk Karangates Berdasarkan Komunitas Zooplankton**. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Soesono, S. 1974. **Limnology**. Departemen Pertanian. Direktorat Jendral Perikanan SUPM. Bogor
- Surakhmad, W. 1985. **Pengantar Penelitian Ilmiah**. Penerbit Tarsito. Bandung. 338 hal
- Suryabrata. 1988. **Metodologi Penelitian**. CV Rajawali. Jakarta
- Tantowi. 2002. **Penelitian Kualitas Air Waduk Jatiluhur Sebagai Sumber Bahan Baku Air Minum Dan Penurunan Kualitasnya Setelah Mengalir Melalui Saluran Talum Barat**. www.com
- Wiadnya, D. G., Sutini dan Lelono T. F. 1993. **Manajemen Sumberdaya Perairan dengan Kasus Perikanan Tangkap di Jawa Timur**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya
- Widjanarko, P. 2005. **Diktat Kuliah Manajemen Kualitas Air**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Wirawan, I, 1995. **Limnology**. Jurusan Perikanan Universitas DR Soetomo. Surabaya

