

**PENGELOMPOKAN STASIUN PENGAMATAN SUNGAI LAJING  
BERDASARKAN MAKROZOOBENTHOS  
DI DESA GUBUGKLAKAH – DUWET  
KECAMATAN PONCOKUSUMO – TUMPANG KABUPATEN MALANG**

**LAPORAN SKRIPSI  
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :  
**YUDHA RIATRI SETIARINI**  
**NIM. 0110810044**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERIKANAN  
MALANG**

**2007**

**PENGELOMPOKAN STASIUN PENGAMATAN SUNGAI LAJING  
BERDASARKAN MAKROZOOBENTHOS  
DI DESA GUBUGKLAKAH - DUWET  
KECAMATAN PONCOKUSUMO – TUMPANG KABUPATEN MALANG**

Oleh :

**YUDHA RIATRI SETIARINI  
NIM. 0110810044**

Dosen Penguji I

Ir. Mulyanto, MS  
Tanggal :

Dosen Penguji II

Asus Maizar Suryanto, S.Pi, M.Si  
Tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Sri Sudaryanti, MS  
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Ir. Herwati Umi S., MS  
Tanggal :

Mengetahui,  
Ketua Jurusan

Ir. Maheno S. W., MS  
Tanggal :

## RINGKASAN

**YUDHA RIATRI SETIARINI. SKRIPSI.** Pengelompokan Stasiun Pengamatan Sungai Lajing berdasarkan Makrozoobenthos di Desa Gubugklakah-Duwet Kecamatan Poncokusumo-Tumpang Kabupaten Malang. (Dibawah bimbingan **Ir. Sri Sudaryanti, MS.** dan **Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS.**)

Sungai Lajing merupakan salah satu sungai yang bersumber di dataran tinggi Poncokusumo. Kawasan di sekitar Sungai Lajing tepatnya di Desa Gubugklakah - Desa Duwet telah dimanfaatkan oleh masyarakat setempat (wisata, pertanian, MCK, dan penambangan pasir). Adanya beban masukan ke sungai tersebut mengakibatkan perubahan ekosistem sungai sehingga berpengaruh terhadap perubahan struktur komunitas makrozoobenthos. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu diadakan penelitian tentang makrozoobenthos di Sungai Lajing.

Tujuan penelitian ini adalah mengelompokkan stasiun pengamatan Sungai Lajing berdasarkan makrozoobenthos di Desa Gubugklakah-Duwet Kecamatan Poncokusumo-Tumpang Kabupaten Malang.

Materi penelitian ini terdiri dari data primer (komunitas makrozoobenthos, air dan nir air) dan data sekunder (instansi terkait). Pengambilan sampel dilakukan pada 8 stasiun sebanyak 2 kali ulangan. Stasiun pengambilan sampel ditentukan berdasarkan daerah yang mendapat gangguan aktivitas manusia dan order sungai. Pengambilan sampel pada setiap stasiun menggunakan jala tangan dengan mata jaring 500 um secara "kick sampling" sepanjang 10 m. Sampel dipreservasi dengan alkohol 96%. Parameter air dan nir air yang diukur meliputi kecepatan arus, substrat dasar, suhu, TSS ("Total Suspended Solid"), DO ("Dissolved Oxygen"), pH, TOM ("Total Organic Matter"), dan kesadahan. Teknik analisis data menggunakan TWINSPAN.

Berdasarkan parameter air dan nir air di Sungai Lajing didapatkan kecepatan arus berkisar 6,53-34,01 cm/detik, substrat dasar didominasi oleh batu kecil, kerikil, pasir, dan lumpur, suhu berkisar 17-21°C, TSS berkisar antara 6-41 mg/l, DO berkisar antara 4,51-6,73 mg/l, pH berkisar antara 7-8, TOM berkisar antara 6,32-44,87 mg/l, dan kesadahan berkisar antara 40-222 mg CaCO<sub>3</sub>/l.

Dari hasil penelitian makrozoobenthos didapatkan 71 taxa yang terdiri dari 9 ordo (Coleoptera, Collembola, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera), 4 kelas (Arachnida, Crustacea, Gastropoda, Oligochaeta), dan 1 filum (Platyhelminthes).

Dari analisis data menggunakan TWINSPAN didapatkan pengelompokan stasiun pengamatan Sungai Lajing berdasarkan makrozoobenthos menjadi 5 kelompok stasiun pengamatan (A, B, C, D, E). Kelompok stasiun pengamatan A terdiri dari stasiun pengamatan 1.I, 1.II, 3.I dan 3.II (daerah wisata Coban Trisula, bekas tempat

peristirahatan, dan MCK). Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan A antara lain Glossosomatidae, Tabanidae, Culicidae, dan *Chironomus thummi*. Kelompok stasiun pengamatan B terdiri dari stasiun pengamatan 2.I, 4.II, 5.I dan 5.II (daerah pertanian jagung, kol, dan wortel). Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan B antara lain Odontoceridae, Gyridae dewasa, Helodidae, dan Stratiomyidae. Kelompok stasiun pengamatan C terdiri dari stasiun pengamatan 2.II, 7.I dan 7.II (daerah pertanian jagung, kapri dan terdapat mata air yang digunakan petani untuk MCK). Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan C antara lain Cordulegasteridae, *Zygoptera* sp., dan Psychodidae. Kelompok stasiun pengamatan D terdiri dari stasiun pengamatan 4.I, 6.I, dan 6.II (daerah pertanian jagung, kol dan MCK). Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan D antara lain Caenidae dan Lumbriculidae. Kelompok stasiun pengamatan E terdiri dari stasiun pengamatan 8.I dan 8.II (daerah penambangan pasir dan MCK). Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan E antara lain Hydroptilidae, *Trichoptera* sp., dan Gomphidae. Kelompok stasiun pengamatan A, B, C, D, dan E dalam kondisi sehat namun terdapat peringatan dengan ditemukannya jenis yang toleran terhadap bahan organik.

Makrozoobenthos dapat digunakan sebagai bioindikator untuk menilai kondisi sungai dan dapat memberikan informasi untuk pengelolaan secara terpadu. Sungai Lajing berdasarkan hasil penelitian dalam kondisi sehat namun terdapat organisme yang toleran terhadap bahan organik sehingga perlu adanya usaha rehabilitasi untuk menjaga kelestarian sungai Lajing. Rehabilitasi diprioritaskan pada kelompok stasiun pengamatan yang mengalami gangguan terparah dimulai dari kelompok stasiun pengamatan C, D, E, A, dan B. Rehabilitasi dapat dilakukan dengan pelarangan pembuangan sampah secara sembarangan dengan penyediaan tempat-tempat sampah pada daerah wisata, pengaturan sistem pertanaman dengan mengurangi teknik penanaman "up and down the slope" menjadi teknik penanaman menurut garis kontur yang dilengkapi dengan pembuatan teras pada daerah pertanian, pengawasan secara ketat dan penentuan kapasitas angkut maksimum pasir per hari pada daerah penambangan pasir, serta adanya penyuluhan tentang pentingnya menjaga lingkungan dan membangun sarana kebersihan seperti WC umum bagi masyarakat sekitar.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul Pengelompokan Stasiun Pengamatan Sungai Lajing berdasarkan Makrozoobenthos di Desa Gubugklakah–Duwet Kecamatan Poncokusumo–Tumpang Kabupaten Malang. Skripsi ini diajukan sebagai tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya.

Atas terselesainya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir.Sri Sudaryanti, MS. selaku Dosen Pembimbing I, atas segala petunjuk dan bimbingannya.
2. Ibu Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS. selaku Dosen Pembimbing II, atas segala petunjuk dan bimbingannya.
3. Semua pihak yang telah memberikan dorongan serta bantuan sehingga dapat tersusunnya laporan skripsi ini.

Dengan segala keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis, laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi perbaikan penyusunan laporan selanjutnya. Akhirnya penulis berharap semoga karya tulis ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang berminat dan memerlukan.

Malang, Juni 2007

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
RINGKASAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Kegunaan Penelitian .....	3
1.5 Tempat dan Waktu .....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Ekosistem Sungai .....	5
2.2 Komunitas Makrozoobenthos .....	5
2.3 Faktor yang mempengaruhi distribusi Makrozoobenthos .....	6
2.3.1 Kecepatan Arus .....	6
2.3.2 Substrat dasar .....	7
2.3.3 Suhu .....	8
2.3.4 TSS (“Total Suspended Solid”) .....	9
2.3.5 DO (“Dissolved Oxygen”) .....	9
2.3.6 pH .....	10
2.3.7 TOM (“Total Organic Matter”) .....	10
2.3.8 Kesadahan .....	11
2.4 TWINSPAN .....	11

3. METODOLOGI .....	14
3.1 Materi Penelitian .....	14
3.2 Metode Penelitian .....	14
3.3 Prosedur Pengambilan Data .....	15
3.3.1 Parameter Nir Kualitas Air .....	15
1. Kecepatan Arus .....	15
2. Substrat dasar .....	15
3.3.2 Parameter Kualitas Air (Fisika Kimia) .....	16
1. Suhu .....	16
2. TSS (“Total Suspended Solid”) .....	16
3. DO (“Dissolved Oxygen”) .....	17
4. pH .....	17
5. TOM (“Total Organic Matter”) .....	18
6. Kesadahan .....	18
3.3.3 Parameter Biologis (Makrozoobenthos) .....	19
1. Penentuan Stasiun Pengambilan Sampel .....	19
2. Pengambilan Sampel .....	22
3. Sortasi dan Identifikasi Makrozoobenthos .....	22
3.4 Analisis Data .....	23
4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	24
4.1 Deskripsi Daerah Penelitian .....	24
4.1.1 Stasiun 1 .....	24
4.1.2 Stasiun 2 .....	25
4.1.3 Stasiun 3 .....	26
4.1.4 Stasiun 4 .....	27
4.1.5 Stasiun 5 .....	28
4.1.6 Stasiun 6 .....	29
4.1.7 Stasiun 7 .....	30
4.1.8 Stasiun 8 .....	31
4.2 Komunitas Makrozoobenthos Sungai Lajing .....	32

4.3 Pengelompokan Stasiun Pengamatan Sungai Lajing .....	35
4.4 Faktor Ekologis Sungai Lajing .....	46
4.4.1 Kecepatan Arus .....	46
4.4.2 Substrat dasar .....	47
4.4.3 Suhu .....	48
4.4.4 TSS (“Total Suspended Solid”) .....	48
4.4.5 DO (“Dissolved Oxygen”) .....	49
4.4.6 pH .....	50
4.4.7 TOM (“Total Organic Matter”) .....	50
4.4.8 Kesadahan .....	51
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>59</b>



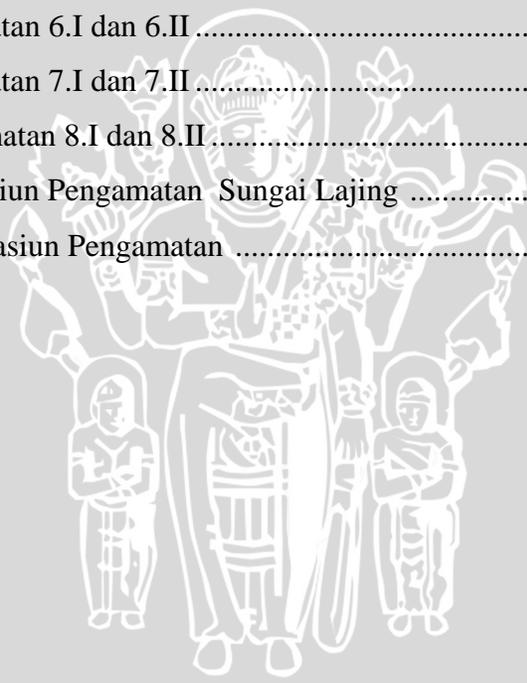
### DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jadwal Penelitian .....	4
2. Hubungan Kecepatan Arus dengan Tipe Substrat Sungai .....	7
3. Ukuran Partikel Jenis Substrat Tanah .....	8
4. Klasifikasi Perairan berdasarkan Nilai Kesadahan .....	11
5. Stasiun dan Waktu Pengambilan Sampel .....	20
6. Kelompok Stasiun Pengamatan Makrozoobenthos dengan Faktor Ekologis .....	43
7. Kelompok Stasiun Pengamatan Makrozoobenthos dengan Fisik Lingkungan .....	45
8. Data Ekologis Sungai Lajing .....	52



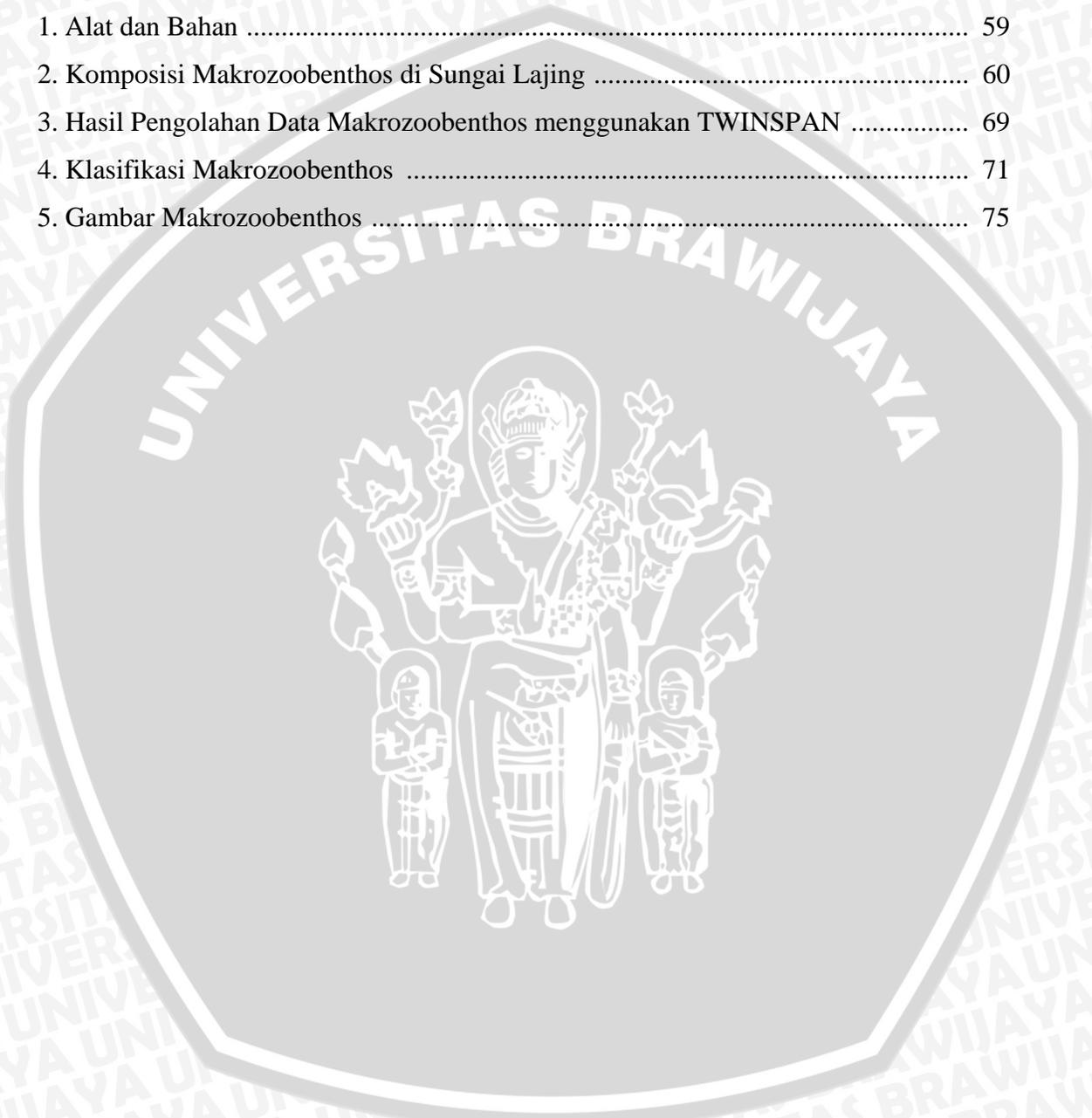
### DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Faktor Ekologis Makrozoobenthos .....	3
2. Denah Lokasi Stasiun Pengambilan Sampel .....	21
3. Foto Stasiun Pengamatan 1.I dan 1.II .....	25
4. Foto Stasiun Pengamatan 2.I dan 2.II .....	26
5. Foto Stasiun Pengamatan 3.I dan 3.II .....	27
6. Foto Stasiun Pengamatan 4.I dan 4.II .....	28
7. Foto Stasiun Pengamatan 5.I dan 5.II .....	29
8. Foto Stasiun Pengamatan 6.I dan 6.II .....	30
9. Foto Stasiun Pengamatan 7.I dan 7.II .....	31
10. Foto Stasiun Pengamatan 8.I dan 8.II .....	32
11. Pengelompokan Stasiun Pengamatan Sungai Lajing .....	35
12. Denah Kelompok Stasiun Pengamatan .....	36



### DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan .....	59
2. Komposisi Makrozoobenthos di Sungai Lajing .....	60
3. Hasil Pengolahan Data Makrozoobenthos menggunakan TWINSPAN .....	69
4. Klasifikasi Makrozoobenthos .....	71
5. Gambar Makrozoobenthos .....	75



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ekosistem air yang terdapat di daratan secara umum dibagi atas 2 yaitu perairan lentik atau juga disebut sebagai perairan tenang, misalnya danau, rawa, waduk, dan lain-lainnya serta perairan lotik yang disebut juga perairan berarus deras misalnya sungai (Barus, 2002). Sungai adalah ekosistem perairan yang bersifat terbuka karena mudah mendapat pengaruh dari daerah sekitarnya baik alami maupun berbagai kegiatan manusia. Sungai merupakan salah satu sumber air tawar yang perlu diselamatkan karena kuantitas dan kualitasnya makin lama makin menurun, sedangkan kebutuhan air tawar semakin bertambah (Sudaryanti, 1997).

Benthos merupakan organisme yang hidup pada substrat dasar baik yang bersifat tumbuhan (fitobenthos) maupun bersifat hewan (zoobenthos). Makrozoobenthos mempunyai sifat hidup yang relatif menetap di dasar perairan, pergerakannya lambat, dan ukuran tubuhnya relatif besar. Oleh sebab itu makrozoobenthos dapat dijadikan sebagai bioindikator kondisi lingkungan. Suatu perairan yang belum tercemar akan menunjukkan jumlah individu yang seimbang dari spesies yang ada. Sebaliknya suatu perairan yang tercemar akan menyebabkan penyebaran jumlah individu tidak merata dan cenderung ada spesies tertentu yang bersifat dominan (Barus, 2002).

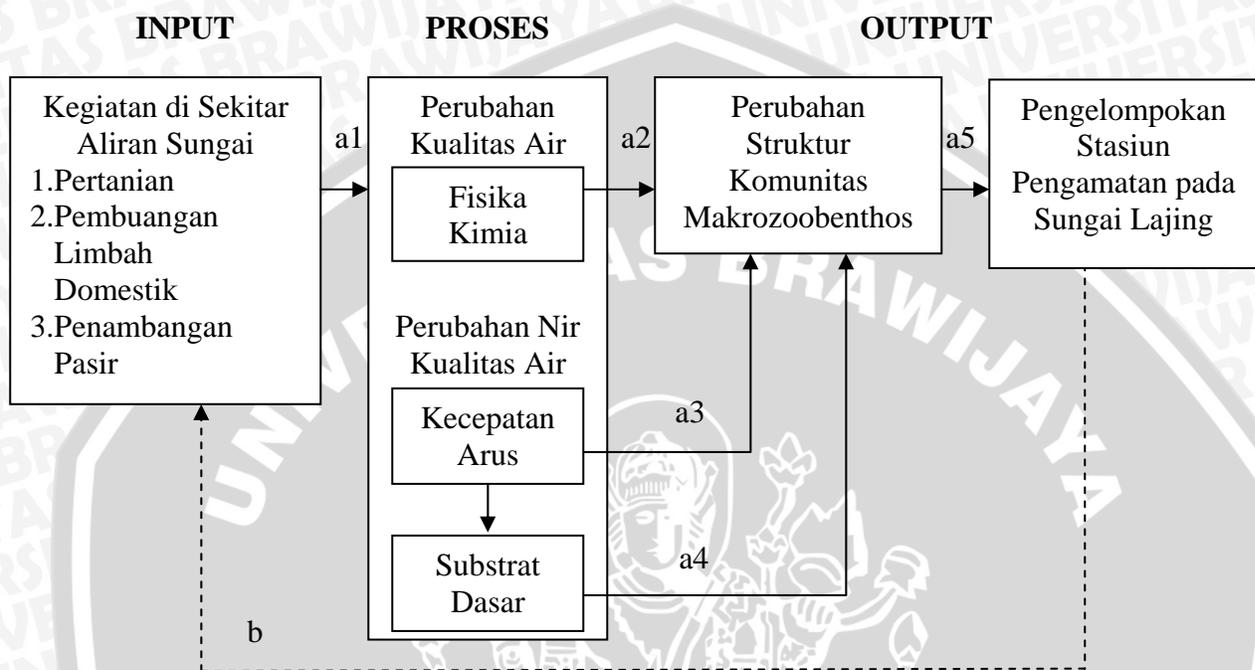
Salah satu aspek pengelolaan air sungai adalah berjalannya fungsi pemantauan terhadap kualitas airnya agar sesuai dengan peruntukannya. Teknis pemantauan menggunakan sistem terpadu antara pendekatan fisika, kimia, dan biologis. (Sudaryanti, 1992).

Sungai Lajing merupakan salah satu sungai yang bersumber di dataran tinggi Poncokusumo dan akhirnya akan bertemu dengan Sungai Amprong serta bermuara di Sungai Brantas Kota Malang. Kawasan di sekitar Sungai Lajing, tepatnya di Desa Gubugklakah-Duwet telah dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sehingga berpengaruh terhadap kondisi sungai. Beban masukan sungai yang ada akibat pemanfaatan lahan diantaranya aktifitas pertanian di Desa Gubugklakah-Duwet menyebabkan adanya sedimentasi dan erosi tanah. Semakin ke hilir, sungai dimanfaatkan untuk membuang limbah domestik dan penambangan pasir di Desa Duwet sehingga akan mengakibatkan kekeruhan, perubahan substrat dasar dan perubahan kecepatan arus. Adanya beban masukan ke sungai tersebut mengakibatkan perubahan ekosistem sungai sehingga berpengaruh terhadap perubahan struktur komunitas makrozoobenthos.

## 1.2 Perumusan Masalah

Kegiatan manusia di sekitar aliran anak-anak Sungai Lajing Desa Gubugklakah-Duwet Kecamatan Poncokusumo-Tumpang Kabupaten Malang antara lain pertanian, pembuangan limbah domestik, dan penambangan pasir dapat menyebabkan perubahan kondisi kualitas air dan nir kualitas air sungai secara fisika dan kimia (a1). Adanya perubahan kualitas air (a2) dan nir kualitas air seperti kecepatan arus (a3), substrat dasar (a4) menyebabkan perubahan pada struktur komunitas makrozoobenthos Sungai Lajing. Perubahan struktur komunitas makrozoobenthos dapat digunakan untuk pengelompokan stasiun pengamatan pada sungai (a5). Secara tidak langsung hasil pengelompokan stasiun pengamatan merupakan masukan untuk pengelolaan sungai

akibat adanya kegiatan manusia di sekitar aliran Sungai Lajing (b). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Faktor Ekologis Makrozoobenthos

Keterangan:

- > : pengaruh langsung
- - -> : masukan untuk pengelolaan sungai

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengelompokkan stasiun pengamatan Sungai Lajing berdasarkan makrozoobenthos di Desa Gubugklakah-Duwet Kecamatan Poncokusumo–Tumpang Kabupaten Malang.

### 1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah untuk mengetahui habitat makrozoobenthos dan menilai kondisi Sungai Lajing.

### 1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Lajing Desa Gubugklakah-Duwet Kecamatan Poncokusumo-Tumpang Kabupaten Malang dan Laboratorium Ilmu-ilmu Perairan Universitas Brawijaya Malang pada bulan Desember 2005 – Juni 2007. Jadwal penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Pelaksanaan						
		Des 2005	Jan 2006	Feb-Jul 2006	Agt-Des 2006	Jan 2007	Feb-Mei 2007	Jun 2007
1.	Pengambilan sampel I	v						
2.	Pengambilan sampel II		v					
3.	Sortir			v				
4.	Identifikasi				v			
5.	Pengolahan data					v		
6.	Laporan						v	
7.	Seminar dan ujian							v

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ekosistem Sungai

Sungai adalah habitat yang kompleks, karena bersifat dinamis dimulai dengan aliran kecil di hulu sungai yang sempit sampai akhirnya menjadi lebar di bagian hilir (Sudaryanti, 1997).

Menurut Sudaryanti (1997), sungai merupakan perairan mengalir (lotik) dibagi menjadi 2 zona yaitu :

1. Zona yang dingin, dangkal, dasar sungai batuan, kerikil dan liat. Sungai dataran tinggi ciri-cirinya jernih, aliran air mengalir di atas kerikil yang dangkal (“riffle”).
2. Zona yang lebih dalam, umumnya tergenang dan menjadi daerah akumulasi bahan organik. Sungai dataran rendah umumnya berlumpur, lebih lebar, dan lebih dalam.

### 2.2 Komunitas Makrozoobenthos

Menurut Greenberg *et al.*, (1992) dalam Sudaryanti (1997), Makrozoobenthos adalah fauna yang hidup pada substrat dasar perairan dan hidup dengan membangun tabung, membuat jaring, atau merayap di atas batuan dan substrat lainnya. Menurut Cummins (1992) dalam Sudaryanti (1997), makrozoobenthos mempunyai ukuran  $>0,5$  mm.

Organisme yang dapat disebut sebagai makrozoobenthos sangat banyak, sebagian diantaranya adalah Annelida, Crustacea, Insecta (Hemiptera, Coleoptera, Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera, Diptera, Trichoptera), Mollusca (Gastropoda, Lamellibranchiata) (Quigley, 1977).

Komunitas makrozoobenthos mempunyai respon terhadap perubahan lingkungan karena itu bermanfaat untuk mengetahui dampak buangan limbah domestik, industri, minyak, pertanian, atau dampak perubahan tata guna lahan (Sudaryanti, 1997).

### 2.3 Faktor yang mempengaruhi distribusi Makrozoobenthos

Keberadaan makrozoobenthos di sungai sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya :

#### 2.3.1 Kecepatan Arus

Kecepatan arus sangat mempengaruhi adaptasi morfologis bagi organisme untuk dapat bertahan hidup. Nimfa dari *Baetis* sp. akan mencari habitat yang berarus lambat di perairan. Apabila terjadi peningkatan arus, spesies ini akan menundukkan kepala sebagai antisipasi menghindarkan kemungkinan hanyut oleh arus yang meningkat. Turbelaria dan Hirudinae mempunyai tubuh yang umumnya rata dan mendatar sehingga tidak mudah dihanyutkan oleh air. *Gammarus pulex* melakukan adaptasi terhadap arus deras dengan cara melakukan gerakan melawan arus dengan tujuan untuk bertahan dari kemungkinan hanyut oleh arus air (Barus, 2002). Oligochaeta dan larva Diptera akan menggali substrat dan Trichoptera memiliki pengait pada kakinya untuk beradaptasi pada arus deras (Sudaryanti, 1995a).

Arus sangat mempengaruhi tipe substrat sungai (Hynes, 1963). Menurut Suwignyo (1978) dalam Sudaryanti (1995a), terdapat hubungan antara kecepatan arus dengan tipe substrat. Hubungan antara kecepatan arus dengan tipe substrat sungai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan Kecepatan Arus dengan Tipe Substrat Sungai

Kecepatan Arus (cm/detik)	Tipe Substrat
> 120	batu besar
60 - 120	batu-batuan
30 - 60	kerikil
20 - 30	pasir
10 - 20	lumpur ("silt")
< 10	lumpur ("mud")

Menurut Sudaryanti dan Marsoedi (1995) dan Sudaryanti (1995b), kecepatan arus Sungai Brantas dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu :

1. Kecepatan arus 60 cm/detik, terletak di Kalipare ditemukan jenis Glossosomatidae.
2. Kecepatan arus 50 cm/detik, terletak di Junggo, Malang, Kademangan, Ploso, dan Cangu ditemukan jenis *Hydropsyche contubernalis*.
3. Kecepatan arus 33 cm/detik, terletak di Sumber Brantas dan Kediri ditemukan jenis Lepidostomatidae.
4. Kecepatan arus <10 cm/detik, terletak di Padangan, Sepanjang, dan Porong ditemukan jenis Lumbriculidae, *Chironomus thummi*.

### 2.3.2 Substrat dasar

Substrat merupakan habitat makrozoobenthos. Ukuran partikel jenis substrat tanah menurut Cummins (1962) dalam Gardeniers (1988) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Ukuran Partikel Jenis Substrat Tanah

<b>Tipe Substrat</b>	<b>Ukuran (mm)</b>
batu besar	> 256
batu	64 – 256
batu kecil	16 - 64
kerikil	2 – 16
pasir	0,0625 – 2
lumpur (“silt”)	0,0039 – 0,0625
lumpur (“mud”)	< 0,0039

Menurut Sudaryanti (1994) dalam Sudaryanti (1995a), bagian hulu Sungai Brantas mempunyai tipe substrat batu-batuan dan kerikil. Makrozoobenthos yang ditemukan pada tipe substrat tersebut antara lain: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera. Makrozoobenthos yang hidup pada substrat lunak antara lain: Tubificidae, Chironomidae.

### 2.3.3 Suhu

Menurut Sudaryanti (1994) dalam Sudaryanti (1995a), suhu sangat mempengaruhi aktifitas metabolisme makrozoobenthos, namun perubahan suhu yang tiba-tiba dapat menyebabkan kematian. Menurut Sudaryanti dan Marsoedi (1995) dan Sudaryanti (1995b), suhu pada Sungai Brantas berkisar antara 14 – 31°C. Kisaran suhu tersebut dikelompokkan menjadi 3 kelas, yaitu :

1. Kelas I (14 – 17°C), didominasi jenis Perlodidae.
2. Kelas II (24 - 29°C), didominasi jenis Leptoceridae, *Caenis moesta*.
3. Kelas III (>30°C), didominasi jenis Chironomidae, Tubificidae.

### 2.3.4 TSS (“Total Suspended Solid”)

Menurut Sudaryanti dan Marsoedi (1995), TSS mempengaruhi makrozoobenthos karena dapat mengganggu respirasi serta merubah substrat dasar sungai. TSS di Sungai Brantas dikelompokkan menjadi 2 kelas, yaitu :

1. Kelas I (<400 mg/l), ditemukan Ephemeroptera, Plecoptera, Plathyhelminthes, Moluska.
2. Kelas II (>400 mg/l), ditemukan Odonata, Coleoptera, Lepidoptera, Moluska.

### 2.3.5 DO (“Dissolved Oxygen”)

DO (“Dissolved Oxygen”) dibutuhkan makrozoobenthos untuk respirasi. DO selain untuk respirasi juga berpengaruh pada fisiologis organisme. Pupa dan larva *Culex pipiens* akan bergerak ke permukaan air untuk mendapatkan oksigen dari atmosfer. *Chironomus plumosus* akan mengurangi aktifitas saat kondisi oksigen rendah (Barus, 2002).

Menurut Sudaryanti dan Marsoedi (1995) dan Sudaryanti (1995b), kandungan oksigen terlarut rata-rata Sungai Brantas berkisar antara 2,4 – 7,03 mg/l. Kandungan oksigen tersebut dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu :

1. Kelas I (>6 mg/l), terletak di Sumber Brantas, Junggo, dan Malang ditemukan Lepidostomatidae, Perlodidae
2. Kelas II (5,1 - <6 mg/l), terletak di Kademangan, Kediri, Ploso, Padangan, dan Canggung ditemukan Leptoceridae, *Caenis moesta*.
3. Kelas III (3,1 - <5 mg/l), terletak di Kalipare ditemukan Tricoptera dan Moluska.

4. Kelas IV (<3 mg/l), terletak di Sepanjang dan Porong ditemukan *Chironomus thumni*.

### 2.3.6 pH

pH sangat mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH serta menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5 (Effendi, 2003). Pada kisaran pH 7 – 7,5 hampir semua makrozoobenthos yang dapat ditemukan antara lain Chironomidae, Tipulidae, Hydropsychidae, dan Baetidae (Awuy, 2003).

### 2.3.7 TOM (“Total Organic Matter”)

Bahan organik sangat dibutuhkan makrozoobenthos sebagai sumber makanannya. Menurut Sudaryanti (1997), bahan organik dibedakan berdasarkan ukuran dan kelarutannya untuk menggambarkan rantai pakan di sungai yang terdiri dari :

1. CPOM (“Coarse Particulate Organic Matter”), merupakan partikel yang mempunyai diameter lebih besar dari 1 mm. Teknik pemangsaanya dengan mencabik (“Stone flies”). CPOM mendominasi sungai order 1 - 3.
2. FPOM (“Fine Particulate Organic Matter”), mempunyai diameter partikel kurang dari 1 mm. Teknik pemangsaanya dengan mengumpulkan atau menyaring (Bivalvia, “Caddis flies”). FPOM mendominasi sungai order 4 – 7.
3. DOM (“Dissolved Organic Matter”), merupakan bahan organik terlarut yang tercuci dari tanah atau partikel serta merupakan hasil ekskresi dari fauna sungai. DOM mendominasi sungai order 8 – 12.

Menurut Pertiwi (2002), kandungan TOM <28 mg/l ditemukan jenis Perlodidae (indikator sehat), sedangkan kandungan TOM 28 – 80,9 mg/l ditemukan jenis Culicidae (indikator tidak sehat).

### 2.3.8 Kesadahan

Kesadahan adalah gambaran kation logam divalen (valensi dua). Kesadahan perairan berasal dari kontak antara air dengan tanah dan bebatuan. Pada perairan tawar, kation divalen yang paling berlimpah adalah kalsium dan magnesium. Kalsium dibutuhkan untuk pertumbuhan Gastropoda dan Pelecypoda (Effendi, 2003). Menurut Barus (2002), nilai kesadahan air juga dapat menunjukkan indikasi adanya pencemaran air yang ditandai dengan meningkatnya derajat kesadahan. Menurut Effendi (2003), klasifikasi perairan berdasarkan nilai kesadahan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Perairan berdasarkan Nilai Kesadahan

Klasifikasi Perairan	Kesadahan (mg CaCO <sub>3</sub> /l)
lunak	< 50
menengah	50 - 150
sadah	150 - 300
sangat sadah	> 300

Menurut Mahmudi *et al.*, (1999), Sungai Brantas bagian hulu pada kesadahan <100 mg CaCO<sub>3</sub>/l ditemukan makrozoobenthos jenis Ephemeroptera (*Baetis* sp.), Trichoptera (*Hydropsyche* sp.). Kesadahan >100 mg CaCO<sub>3</sub>/l ditemukan Chironomidae dan Lumbricidae.

### 2.4 TWINSPAN

Menurut Hill (1978) dalam Sudaryanti (1997), TWINSPAN adalah teknik pengelompokan bertingkat yang sering digunakan untuk membuat pengelompokan

stasiun pengamatan berdasarkan makrozoobenthos. Garis besar dari pengelompokan ini adalah mengelompokkan stasiun pengamatan berdasarkan komposisi spesies yang mirip dalam kelompok yang sama sehingga menghasilkan sebuah dendogram dan tabel terstruktur dimana selalu membagi dua kelompok sampai tidak dapat dipisahkan lagi. TWINSPAN termasuk salah satu “multivariate analysis” yang memberikan interpretasi untuk mendeteksi perubahan spasial dan temporal komunitas makrozoobenthos (Sudaryanti, 1997).

Sejak tahun 1980 ada perkembangan yang meningkat mengenai penggunaan sistem pengelompokan modern TWINSPAN dengan menggunakan makrozoobenthos. Menurut Sudaryanti (1995b), Sungai Brantas di Jawa Timur Indonesia mempunyai 4 kelompok stasiun pengamatan dari 11 stasiun pengamatan yang dikaji menurut pengelompokan TWINSPAN. Di Universitas Brawijaya penggunaan teknik pengelompokan TWINSPAN telah dilakukan antara lain oleh Sudaryanti (1995b), Mahmudi *et al.*, (1999), Pertiwi (2002), Awuy (2003), dan Susanti (2004).

Susanti (2004) dalam penelitiannya menggunakan analisis data TWINSPAN untuk mengelompokkan Sungai Brantas bagian hulu menjadi 5 kelompok stasiun pengamatan (A, B, C, D, E) berdasarkan makrozoobenthos. Pada kelompok stasiun pengamatan A ditemukan Hydrophilidae yang memiliki sifat hidup di daerah yang memiliki banyak vegetasi. Selain itu ditemukan famili Tipulidae yang termasuk pencabik, yaitu pemakan daun-daun yang jatuh. Tipulidae ditemukan dalam jumlah melimpah karena hampir 75% kawasan ini ditutupi naungan sehingga tersedia makanan bagi Tipulidae. Selain Perlidae sebagai indikator sungai yang masih bersih juga ditemukan Tubificidae yang hidup di lumpur ditemukan dalam jumlah sedikit (nilai dalam dendogram sebesar 1) memberikan

peringatan bahwa kondisi kelompok stasiun pengamatan A dalam kondisi mulai mengalami degradasi. Kelompok stasiun pengamatan B ditemukan famili Chironomidae (larva) dalam jumlah melimpah yang mengindikasikan bahwa sungai dalam kondisi mengalami degradasi. Pada kelompok stasiun pengamatan ini jumlah naungan vegetasinya kurang dari 5% dan terdapat substrat mulai dari batu hingga lumpur. Kelompok stasiun pengamatan C ditemukan famili Hydropsychidae yang termasuk pengumpul karena memakan bahan organik halus (FPOM) yang merupakan rombakan dari bahan organik kasar (CPOM). Naungan vegetasi sebenarnya cukup banyak, yaitu 51% sehingga CPOM juga terdapat banyak, namun FPOM yang menjadi makanan untuk Hydropsychidae diduga berasal dari daerah hulu sungai. Ditemukannya Hydropsychidae dalam jumlah melimpah mengindikasikan bahwa sungai dalam kondisi mengalami degradasi. Kelompok stasiun pengamatan D ditemukan famili Baetidae yang memiliki konsentrasi lebar terhadap substrat. Berdasarkan pengamatan lapang, pada kelompok stasiun pengamatan ini tidak ditemukan naungan vegetasi. Dengan ditemukannya Baetidae secara melimpah maka keadaan kelompok stasiun pengamatan D dalam kondisi mengalami degradasi. Kelompok stasiun pengamatan E ditemukan Simuliidae. Pada kelompok stasiun pengamatan ini jumlah naungan kurang dari 5% dan memiliki substrat mulai dari batu hingga lumpur. Simuliidae yang ditemukan dalam jumlah melimpah mengindikasikan bahwa sungai dalam kondisi mengalami degradasi. Jadi, keadaan sungai pada kelompok stasiun pengamatan A yang terletak pada hutan primer dalam kondisi mulai mengalami degradasi, sedangkan kelompok stasiun pengamatan B, C, D, dan E yang terletak pada daerah pertanian, kawasan perkemahan, dan hutan sekunder dalam kondisi mengalami degradasi.

### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Materi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Lajing Desa Gubugklakah-Duwet Kecamatan Poncokusumo-Tumpang Kabupaten Malang. Materi penelitian meliputi makrozoobenthos, air sungai (kecepatan arus, suhu, TSS (“Total Suspended Solid”), DO (“Dissolved Oxygen”), pH, TOM (“Total Organic Matter”), kesadahan), substrat dasar dan kondisi sekitar aliran sungai. Alat dan bahan dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode survei dengan teknik observasi langsung terhadap gejala obyek yang diteliti, meliputi :

##### 1. Data Primer

Data ini diperoleh secara langsung di lapang meliputi : kecepatan arus, substrat dasar, suhu, TSS (“Total Suspended Solid”), DO (“Dissolved Oxygen”), pH, TOM (“Total Organic Matter”), kesadahan, dan makrozoobenthos.

##### 2. Data Sekunder

Data ini merupakan data penunjang yang diperoleh dari berbagai sumber kepustakaan, dan laporan instansi terkait meliputi Kantor Desa Gubugklakah Kecamatan Poncokusumo, Desa Duwet Kecamatan Tumpang, BTNBTS (Balai Taman Nasional Bromo Tengger Semeru), dan UPT (Unit Pelaksana Teknis) Pengairan Tumpang.

### 3.3 Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali ulangan (2 Desember 2005 dan 20 Januari 2006) pada 8 stasiun saat kondisi lingkungan tidak hujan. Prosedur pengambilan data dari beberapa parameter penelitian ini antara lain :

#### 3.3.1 Parameter Nir Kualitas Air

Parameter nir kualitas air yang diukur dalam penelitian ini antara lain :

##### 1. Kecepatan Arus

Prosedur pengukuran kecepatan arus (Tim Asisten Limnologi, 2005) :

1. Mengikatkan benda yang dapat melayang pada tali yang telah diketahui panjangnya (5 m).
2. Melepaskan benda tersebut ke perairan bersamaan dengan dihidupkannya “stopwatch”.
3. Setelah tali meregang sempurna, segera mematikan hitungan pada “stopwatch” dan mencatat waktunya.
4. Mengukur kecepatan dengan rumus :

$$V = S / T$$

Dimana : V = kecepatan arus (m/detik)  
S = panjang tali (m)  
T = waktu (detik)

##### 2. Substrat dasar

Ukuran partikel jenis substrat tanah menurut Cummins (1962) dalam Gardeniers (1988) dapat dilihat pada Tabel 3 (hal. 8). Prosedur penentuan tipe substrat sungai dilakukan secara visual oleh peneliti berdasarkan ukuran (mm) seperti pada Tabel 3.

### 3.3.2 Parameter Kualitas Air (Fisika Kimia)

Parameter kualitas air (Fisika Kimia) yang diukur dalam penelitian ini antara lain :

#### 1. Suhu

Prosedur pengukuran suhu (Tim Asisten Limnologi, 2005) :

1. Memasukkan termometer kedalam perairan sedalam kurang lebih 10 cm selama kurang lebih 5 menit.
2. Segera melakukan pembacaan (dalam skala °C).
3. Saat melakukan pembacaan jangan sampai bagian termometer tersentuh tangan.

#### 2. TSS (“Total Suspended Solid”)

Prosedur pengukuran TSS (APHA, 1985) :

1. Mengambil sampel 100 ml, kemudian menyaring menggunakan kertas saring yang telah konstan (a mg).
2. Memasukkan kertas saring dan residu kedalam oven pada suhu 105°C kurang lebih selama 2 jam.
3. Memasukkan kertas saring dan residu yang telah dioven kedalam eksikator kurang lebih 30 menit, kemudian menimbanginya (b mg).
4. Menghitung TSS menggunakan rumus :

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(b - a) \times 1000}{V_{\text{sampel}}}$$

Dimana : a = berat filter (mg)

b = berat filter + residu kering (mg)

### 3. DO (“Dissolved Oxygen”)

Prosedur pengukuran DO (Tim Asisten Limnologi, 2005) :

1. Mengukur dan mencatat volume botol DO yang akan digunakan (2,78 ml, 283 ml, 290 ml, 292 ml, 315 ml, 319 ml).
2. Memasukkan botol DO kedalam air dengan posisi miring dan usahakan jangan sampai terjadi gelembung udara kemudian menutup botol DO setelah penuh terisi air.
3. Menambahkan 2 ml  $MnSO_4$  dan 2 ml  $NaOH + KI$  lalu dibolak-balik sampai terjadi endapan coklat dan biarkan 30 menit.
4. Membuang air bening (diatas endapan), kemudian memberi 1 – 2 ml  $H_2SO_4$  pekat pada endapan tersisa dan mengocoknya sampai endapan larut.
5. Memberi 3 – 4 tetes amylum, mentitrasi dengan Na-thiosulfat 0,025 N sampai tidak berwarna untuk pertama kali.
6. Mencatat ml Na-thiosulfat yang terpakai (titran).
7. Menghitung DO menggunakan rumus :

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

Dimana : N = normalitas Na-thiosulfat  
v = volume Na-thiosulfat  
V = volume botol

### 4. pH

Prosedur pengukuran pH (Tim Asisten Limnologi, 2005) :

1. Memasukkan pH paper kedalam air sekitar 5 menit.

2. Mencocokkan perubahan warna pH paper dengan kotak standar.

### 5. TOM (“Total Organic Matter”)

Prosedur pengukuran TOM (Tim Asisten Limnologi, 2005) :

1. Mengambil 50 ml air sampel, kemudian memasukkan kedalam erlenmeyer.
2. Menambahkan 9,5 ml  $\text{KMnO}_4$  dari buret.
3. Menambahkan 10 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1:4).
4. Memanaskannya sampai 70 – 80°C kemudian angkat.
5. Bila suhu telah turun menjadi 60 – 70°C, langsung tambahkan Na-oxalat 0,01 N perlahan sampai tidak berwarna.
6. Segera mentitrasi dengan  $\text{KMnO}_4$  (merah jambu/pink). Catat ml titran (x ml).
7. Mempipet 50 ml aquades lalu melakukan prosedur 1 – 6 dan mencatat ml titran yang digunakan (y ml).
8. Menghitung TOM menggunakan rumus :

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

Dimana: X = ml titran untuk air sampel

Y = ml titran untuk aquades

31,6 = 1/5 dari BM  $\text{KMnO}_4$

(1 mol  $\text{KMnO}_4$  melepas 5 oksigen dalam reaksi ini)

0,01 = N  $\text{KMnO}_4$

### 6. Kesadahan

Prosedur pengukuran kesadahan (Lind, 1979) :

1. Mengambil air sampel 50 ml, kemudian masukkan kedalam erlenmeyer.
2. Menambahkan 2 ml “buffer” 10 dan  $\pm$  5 butir EBT, lalu kocok.

3. Mentitrasi dengan EDTA hingga warna menjadi biru.
4. Menghitung kesadahan menggunakan rumus :

$$\text{Kesadahan (mg CaCO}_3\text{/l)} = \frac{Ax B \times 1000}{\text{ml sampel}}$$

Dimana : A = ml titrasi

B = mg CaCO<sub>3</sub> setara dengan 1,00 ml EDTA

Parameter kualitas air seperti TSS, kesadahan diukur di laboratorium Kimia Analitik FMIPA dan DO, TOM diukur di laboratorium Ilmu-ilmu Perairan Fakultas Perikanan karena memerlukan peralatan dan kondisi tempat yang terkontrol. Sampel air yang diambil sebelum dianalisa di laboratorium (saat diperjalanan) harus diawetkan terlebih dahulu untuk menghindari kerusakan. Sampel air untuk DO pada waktu di lapang diikat menggunakan MnSO<sub>4</sub> dan NaOH + KI. Setelah itu sampel dimasukkan dalam “cool box”. Menurut APHA (1985), sampel air untuk TSS dan bahan organik (TOM) dapat diawetkan dengan memasukkannya dalam “cool box”.

### 3.3.3 Parameter Biologis (Makrozoobenthos)

Pengumpulan data makrozoobenthos (parameter biologis) dan pencatatan karakteristik habitat dapat dilakukan di lokasi pengambilan sampel (lapang). Sortasi dan identifikasinya dapat dilakukan di laboratorium Ilmu-ilmu Perairan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Prosedur pengumpulan data makrozoobenthos antara lain :

#### 1. Penentuan Stasiun Pengambilan Sampel

Penentuan stasiun pengambilan sampel berdasarkan pertemuan anak-anak Sungai Lajing (order sungai) dengan menggunakan acuan lokasi (“reference sites”) yakni stasiun 1 di Desa Gubugklakah terletak pada kawasan hutan primer dengan gangguan

manusia seminimal mungkin, stasiun 3 di Desa Gubugklakah terletak pada daerah pembuangan limbah domestik, stasiun 2, 4, 5 di Desa Gubugklakah terletak pada daerah pertanian, stasiun 6,7 di Desa Duwet terletak pada daerah pertanian dan pembuangan limbah domestik, stasiun 8 di Desa Duwet terletak pada daerah pembuangan limbah domestik dan penambangan pasir. Stasiun 1,2,6,7, dan 8 terletak pada aliran induk Sungai Lajing sedangkan stasiun 3, 4 dan 5 terletak pada anak Sungai Lajing (Sungai Ngembak). Stasiun dan waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 5. Denah lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 5. Stasiun dan Waktu Pengambilan Sampel

Stasiun	Tanggal Pengambilan	Stasiun Pengamatan	Kode Stasiun Pengamatan	Tata Guna Lahan
1	2 Desember 2005	1.I	1	Wisata Coban Trisula
	20 Januari 2006	1.II	2	
2	2 Desember 2005	2.I	3	Pertanian (jagung)
	20 Januari 2006	2.II	4	
3	2 Desember 2005	3.I	5	Bekas peristirahatan, MCK
	20 Januari 2006	3.II	6	
4	2 Desember 2005	4.I	7	Pertanian (jagung, kol)
	20 Januari 2006	4.II	8	
5	2 Desember 2005	5.I	9	Pertanian (jagung, wortel, kol)
	20 Januari 2006	5.II	10	
6	2 Desember 2005	6.I	11	Pertanian (jagung), MCK
	20 Januari 2006	6.II	12	
7	2 Desember 2005	7.I	13	Pertanian (jagung, kapri), MCK
	20 Januari 2006	7.II	14	
8	2 Desember 2005	8.I	15	Penambangan pasir, MCK
	20 Januari 2006	8.II	16	



Gambar 2. Denah Lokasi Stasiun Pengambilan Sampel

## 2. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel makrozoobenthos menurut Sudaryanti *et al.*, (2001) dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel menggunakan jala tangan berukuran 30 x 20 cm (panjang x lebar) dengan mata jaring 500 um secara “kick sampling” sepanjang 10 m atau diambil pada area seluas 3 m<sup>2</sup>. Menyaring sampel dengan saringan 500 um kemudian memasukkannya dalam wadah plastik. Preservasi setiap sampel dengan alkohol 96%.
2. Melakukan pencatatan dan pengamatan karakteristik habitat, meliputi kondisi vegetasi tepi sungai, serta pengambilan data karakteristik sungai, meliputi nir kualitas air (arus, substrat) dan kualitas air (suhu, TSS, DO, pH, TOM, kesadahan).

## 3. Sortasi dan Identifikasi Makrozoobenthos

Mencuci sampel (makrozoobenthos) yang telah dipreservasi dengan alkohol 96% dengan saringan berukuran 500 um untuk memisahkan lumpur dengan benda-benda berukuran besar seperti ranting, daun, dan sampah. Sampel yang masih tercampur sedimen sungai dan bahan organik berukuran halus disebarkan homogen. Mengambil sampel dengan pinset kemudian ditempatkan terpisah serta tetap dipreservasi (penyegaran) dengan alkohol 96%. Melakukan pengecekan ulang dalam pengambilan sampel untuk mendapatkan ketelitian data dengan menggunakan mikroskop.

Mengidentifikasi makrozoobenthos hasil sortasi hingga tingkat famili kecuali untuk Oligochaeta (Kelas), Acarina (Ordo), dan Chironomidae (Sub Famili) (Sudaryanti *et al.*, 2001). Identifikasi dilakukan dengan menggunakan kunci-kunci

identifikasi yang telah tersedia (Hawking (1995), Hawking dan Smith (1997), Merritt dan Cummins (1979), Quigley (1977), Smith (1996), Zwart dan Travedi (1995) serta memanfaatkan “reference collection” yang telah ada. Selama identifikasi dilakukan perhitungan jumlah individu.

### 3.4 Analisis Data

Setelah makrozoobenthos diidentifikasi dan diketahui keanekaragaman serta kepadatan jenis tiap stasiun pengambilan sampel maka dapat dilanjutkan dengan analisis program komputer TWINSPAN (“Two Way Indicator Species Analysis”). Menurut Wardani (2002), langkah-langkah yang ditempuh dalam pengoperasian program TWINSPAN adalah sebagai berikut :

- Mendata semua taxa makrozoobenthos dan ditulis pada program Notepad
- Memberi kode maksimal 8 karakter pada setiap taxa yang ditemukan
- Menyimpan hasil tulisan ke file yang bereksistensikan prn (Contoh : Deni.prn)
- Membuka program Cocon.exe dan memasukkan file input yang bereksistensikan prn
- Memasukkan file output yang bereksistensikan cnd (Contoh : Deni.cnd)
- Mengoperasikan program Cocon
- Membuka program TWINSPAN.exe
- Memasukkan file input yang bereksistensikan cnd
- Program TWINSPAN dioperasikan dengan menekan enter hingga operasi program tersebut berhenti atau diperoleh hasil akhir berupa dendrogram yang menggambarkan pengelompokan stasiun pengamatan sungai berdasarkan makrozoobenthos

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Daerah Penelitian

#### 4.1.1 Stasiun 1

Stasiun 1 terletak di Desa Gubugklakah. Stasiun ini merupakan tempat wisata Coban Trisula dan masuk dalam kawasan BTNBTS (Balai Taman Nasional Bromo Tengger Semeru). Lebar sungai rata-rata 3 m. Pengambilan sampel pertama dilakukan pada pagi hari tanggal 2 Desember 2005 (1.I) (lihat Tabel 5). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 20 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 6-25%. Substrat didominasi oleh kerikil (25%) dan batu kecil (20%). Pengambilan sampel kedua dilakukan pada pagi hari tanggal 20 Januari 2006 (1.II). Kondisi stasiun pengamatan kedua berbeda dengan stasiun pengamatan pertama karena dilakukan pada pertengahan musim hujan. Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 17 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 6-25%. Vegetasi pada tepian sungai berkurang karena erosi dan sedimentasi (tanaman tertutupi oleh pasir dan lumpur) sehingga substrat lebih didominasi oleh pasir (25%) dan kerikil (20%). Kedalaman air turun karena aliran air melebar ke tepian sungai akibat berkurangnya vegetasi. Foto stasiun pengamatan 1.I dan 1.II (menghadap hilir) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Foto Stasiun Pengamatan 1.I dan 1.II

#### 4.1.2 Stasiun 2

Stasiun 2 terletak di Desa Gubugklakah. Stasiun ini terletak pada daerah pertanian (jagung). Lebar sungai rata-rata 1,5 m. Pengambilan sampel pertama dilakukan pada pagi hari tanggal 2 Desember 2005 (2.I) (lihat Tabel 5). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 20 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 5%. Substrat didominasi oleh kerikil (30%) dan batu kecil (20%). Pengambilan sampel kedua dilakukan pada pagi hari tanggal 20 Januari 2006 (2.II). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 23 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 5%. Substrat dasar didominasi oleh pasir (25%) dan kerikil (20%). Pasir menjadi dominan karena adanya erosi dan sedimentasi. Foto stasiun pengamatan 2.I dan 2.II (menghadap hilir) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Foto Stasiun Pengamatan 2.I dan 2.II

#### 4.1.3 Stasiun 3

Stasiun 3 terletak di Desa Gubugklakah. Stasiun ini merupakan bekas tempat peristirahatan dan kadang-kadang digunakan penduduk untuk MCK. Lebar sungai rata-rata 0,625 m. Pengambilan sampel pertama dilakukan pada pagi hari tanggal 2 Desember 2005 (3.I) (lihat Tabel 5). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 5 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 6-25%. Substrat didominasi oleh pasir (30%) dan lumpur (25%). Pengambilan sampel kedua dilakukan pada pagi hari tanggal 20 Januari 2006 (3.II). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 8 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 75%. Pengamatan kedua dilakukan pada pertengahan musim hujan. Kedalaman dan naungan vegetasi menjadi bertambah karena adanya hujan dapat menambah debit air dan menyuburkan tanaman di tepian sungai. Substrat cenderung sama dengan stasiun pengamatan pertama yaitu pasir (35%) dan lumpur (25%). Foto stasiun pengamatan 3.I dan 3.II (menghadap hilir) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Foto Stasiun Pengamatan 3.I dan 3.II

#### 4.1.4 Stasiun 4

Stasiun 4 terletak di Desa Gubugklakah. Stasiun ini merupakan daerah pertanian (jagung dan kol). Lebar sungai rata-rata 1 m. Pengambilan sampel pertama dilakukan pada siang hari tanggal 2 Desember 2005 (4.I) (lihat Tabel 5). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 7 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 6-25%. Substrat didominasi oleh pasir (30%) dan kerikil (20%). Pengambilan sampel kedua dilakukan pada siang hari tanggal 20 Januari 2006 (4.II). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 10 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 6-25%. Kedalaman air dan vegetasi bertambah karena pada pengambilan sampel kedua dilakukan pada pertengahan musim hujan. Substrat didominasi pasir (35%) dan lumpur (20%). Adanya lumpur karena erosi dan sedimentasi. Foto stasiun pengamatan 4.I dan 4.II (menghadap hilir) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Foto Stasiun Pengamatan 4.I dan 4.II

#### 4.1.5 Stasiun 5

Stasiun 5 terletak di Desa Gubugklakah. Lebar sungai rata-rata 1,375 m. Pengambilan sampel pertama dilakukan pada siang hari tanggal 2 Desember 2005 (5.I) (lihat Tabel 5) dan merupakan daerah pertanian (jagung dan wortel). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 15 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 6-25%. Substrat didominasi oleh pasir (35%) dan kerikil (25%). Pengambilan sampel kedua dilakukan pada siang hari tanggal 20 Januari 2006 (5.II) dan merupakan daerah pertanian (jagung dan kol). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 18,5 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 6-25%. Kedalaman meningkat karena pada pengambilan sampel kedua dilakukan pada pertengahan musim hujan. Substrat didominasi pasir (35%) dan lumpur (25%). Adanya lumpur karena erosi dan sedimentasi. Foto stasiun pengamatan 5.I dan 5.II (menghadap hilir) dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Foto Stasiun Pengamatan 5.I dan 5.II

#### 4.1.6 Stasiun 6

Stasiun 6 terletak di Desa Duwet. Stasiun ini merupakan daerah pertanian (jagung) dan sungainya sering digunakan untuk MCK oleh para petani. Lebar sungai rata-rata 4 m. Pengambilan sampel pertama dilakukan pada siang hari tanggal 2 Desember 2005 (6.I) (lihat Tabel 5). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 25 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 5%. Substrat didominasi oleh batu kecil (25%) dan kerikil (25%). Pengambilan sampel kedua dilakukan pada siang hari tanggal 20 Januari 2006 (6.II). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 33 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 5%. Kedalaman meningkat karena pada pengambilan sampel kedua dilakukan pada pertengahan musim hujan. Substrat didominasi kerikil (25%) dan pasir (20%). Adanya pasir karena erosi dan sedimentasi. Foto stasiun pengamatan 6.I dan 6.II (menghadap hilir) dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Foto Stasiun Pengamatan 6.I dan 6.II

#### 4.1.7 Stasiun 7

Stasiun 7 terletak di Desa Duwet. Stasiun ini merupakan daerah pertanian (jagung dan kapri) dan mata airnya digunakan untuk MCK oleh para petani. Lebar sungai rata-rata 0,875 m. Pengambilan sampel pertama dilakukan pada siang hari tanggal 2 Desember 2005 (7.I) (lihat Tabel 5). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 10 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 51-75%. Substrat didominasi oleh batu kecil (25%) dan kerikil (25%). Pengambilan sampel kedua dilakukan pada siang hari tanggal 20 Januari 2006 (7.II). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 15 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 75%. Kedalaman dan naungan vegetasi meningkat karena pada pengambilan sampel kedua dilakukan pada pertengahan musim hujan. Substrat didominasi kerikil (25%) dan pasir (25%). Adanya pasir karena erosi dan sedimentasi. Foto stasiun pengamatan 7.I dan 7.II (menghadap hilir) dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Foto Stasiun Pengamatan 7.I dan 7.II

#### 4.1.8 Stasiun 8

Stasiun 8 terletak di Desa Duwet. Stasiun ini merupakan daerah penambangan pasir dan sungainya digunakan untuk MCK. Lebar sungai rata-rata 6 m. Pengambilan sampel pertama dilakukan pada sore hari tanggal 2 Desember 2005 (8.I) (lihat Tabel 5). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 33 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 5%. Substrat didominasi oleh pasir (70%) dan kerikil (10%). Pengambilan sampel kedua dilakukan pada sore hari tanggal 20 Januari 2006 (8.II). Tipe aliran “riffle” dengan kedalaman rata-rata 37 cm dan vegetasi menaungi sungai sekitar 5%. Substrat didominasi pasir (70%) dan kerikil (10%). Kedalaman turun karena pada pengambilan sampel kedua dilakukan pada pertengahan musim hujan, sehingga aktifitas penambangan pasir berkurang. Kurangnya aktifitas penambangan pasir ini menyebabkan pasir tetap berada di sungai dan mengurangi kedalaman sungai. Foto stasiun pengamatan 8.I dan 8.II (menghadap hilir) dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Foto Stasiun Pengamatan 8.I dan 8.II

#### 4.2 Komunitas Makrozoobenthos Sungai Lajing

Berdasarkan hasil penelitian, taxa terendah terdapat pada stasiun pengamatan 8.II (daerah penambangan pasir dan MCK) di Desa Duwet sebanyak 16 taxa/3m<sup>2</sup> (lihat Lampiran 2). Rendahnya jumlah taxa karena substrat pada stasiun pengamatan 8.II didominasi pasir (70%) dan kerikil (10%) (Tabel 8). Pada saat pengamatan, aktifitas penambangan pasir berkurang. Berkurangnya aktifitas penambangan pasir mengakibatkan semakin bertambahnya pasir pada pengamatan ini. Menurut Sudaryanti (1995), pasir merupakan substrat yang kurang cocok untuk makrozoobenthos.

Taxa tertinggi terdapat pada stasiun pengamatan 1.I (kawasan wisata alam Coban Trisula) dan pada stasiun pengamatan 3.I (bekas peristirahatan dan MCK) masing-masing sebanyak 39 taxa/3m<sup>2</sup> (lihat Lampiran 2). Substrat yang mendominasi pada stasiun pengamatan 1.I adalah kerikil (25%) dan batu kecil (20%) sedangkan pada stasiun pengamatan 3.I didominasi pasir (30%) dan lumpur (25%) (lihat Tabel 8). Tingginya jumlah taxa karena substrat pada stasiun pengamatan 1.I dan 3.I sesuai dengan

habitat makrozoobenthos. Menurut Sudaryanti (1995), makrozoobenthos umumnya banyak terdapat pada substrat berbatu, kerikil, dan lumpur.

Ordo dengan jumlah taxa terendah yaitu Collembola dan Lepidoptera sebanyak 1 taxa (lihat Lampiran 2). Sungai Lajing mempunyai kecepatan arus sangat lemah–sedang (6,53-34,01 cm/detik). Menurut Merritt dan Cummins (1979), Collembola terdapat pada tepi sungai, tubuhnya sangat kecil sehingga pada saat arus cukup deras maka dapat terbawa arus. Menurut Merritt dan Cummins (1979), Lepidoptera umumnya hidup di tanaman-tanaman air pada perairan yang menggenang. Ordo dengan jumlah taxa tertinggi yaitu Diptera sebanyak 28 taxa (lihat Lampiran 2). Larva Diptera dapat ditemukan pada semua habitat perairan (Merritt dan Cummins, 1979).

Jumlah individu terendah terdapat pada stasiun pengamatan 2.II (daerah pertanian jagung) sebanyak 83 individu/3m<sup>2</sup> (lihat Lampiran 2). Makrozoobenthos yang ditemukan dalam jumlah sedikit yaitu Lumbriculidae (1 individu/3m<sup>2</sup>). Lumbriculidae ditemukan dalam jumlah sedikit karena substrat yang paling mendominasi pada stasiun pengamatan 2.II adalah pasir (25%) dan kerikil (20%). Menurut Quigley (1977), Lumbriculidae terdapat pada substrat berlumpur.

Jumlah individu tertinggi terdapat pada stasiun pengamatan 1.I (kawasan wisata alam Coban Trisula) sebanyak 2470 individu/3m<sup>2</sup> (lihat Lampiran 2). Makrozoobenthos yang ditemukan dalam jumlah banyak yaitu Elmidae larva (656 individu/3m<sup>2</sup>) dan Nemouridae (460 individu/3m<sup>2</sup>). Tingginya jumlah Elmidae larva dan Nemouridae karena substrat pada stasiun pengamatan 1.I didominasi kerikil (25%) dan batu kecil (20%). Menurut Merritt dan Cummins (1979), Elmidae larva dan Nemouridae terdapat pada substrat kasar (batu, batu kecil, kerikil).

Organisme yang cenderung ditemukan di sebelah kiri dendogram antara lain Gomphidae, Cordulegasteridae, dan *Zygoptera* sp. (lihat Lampiran 3). Stasiun pengamatan pada bagian kiri dendogram hasil pengolahan data dengan menggunakan program TWINSpan cenderung terletak di hilir (jauh dari hulu). Pasir merupakan substrat yang banyak terdapat pada bagian kiri dendogram (lihat Tabel 7). Menurut Sudaryanti (1995), pasir merupakan substrat yang kurang cocok untuk makrozoobenthos. Menurut Merritt dan Cummins (1979), Gomphidae dan Cordulegasteridae terdapat pada substrat lunak (pasir dan lumpur). Menurut Merritt dan Cummins (1979), *Zygoptera* sp. banyak ditemukan pada substrat keras (batu, batu kecil, kerikil) dan lunak (pasir dan lumpur).

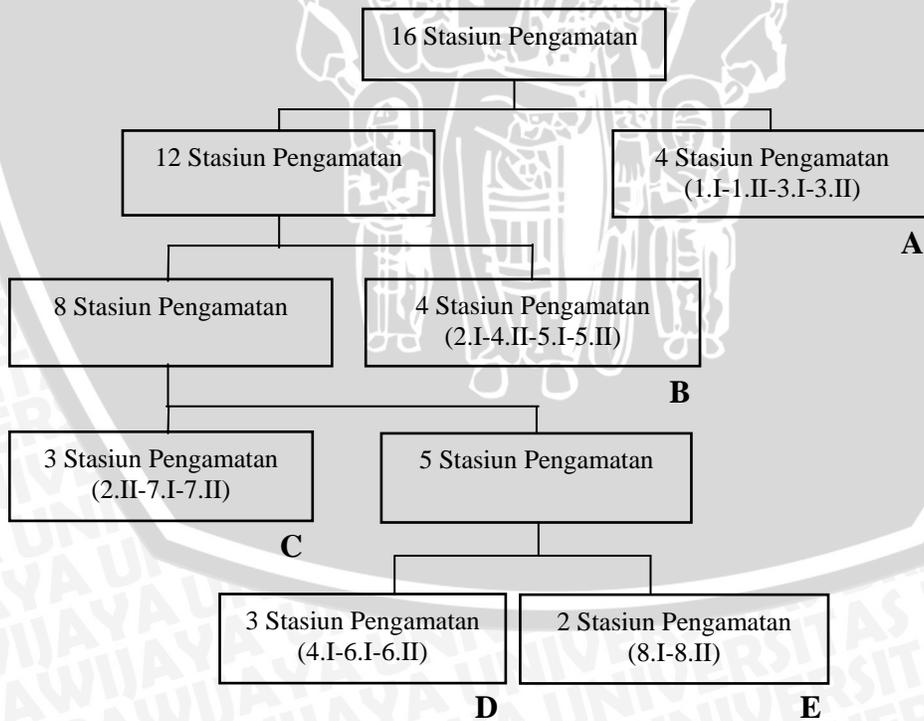
Organisme yang cenderung ditemukan di sebelah kanan dendogram antara lain Ceratopogonidae, Tabanidae, Culicidae, dan *Chironomus thummi* (lihat Lampiran 3). Stasiun pengamatan pada bagian kanan dendogram hasil pengolahan data dengan menggunakan program TWINSpan cenderung terletak di dekat hulu. Substrat yang terdapat pada bagian kanan adalah pasir namun persentase substrat lainnya cenderung seimbang (lihat Tabel 7). Menurut Merritt dan Cummins (1979), Ceratopogonidae dan Tabanidae terdapat pada substrat lunak (pasir dan lumpur). Menurut Merritt dan Cummins (1979), Culicidae umumnya ditemukan pada perairan mengalir dengan substrat lunak (pasir dan lumpur). Menurut Quigley (1977), *Chironomus thummi* dapat ditemukan pada perairan yang bersubstrat lumpur.

Organisme yang ditemukan hampir diseluruh stasiun pengamatan adalah Baetidae dan Orthocladinae karena dapat hidup pada hampir seluruh tipe substrat. Menurut Merritt dan Cummins (1979), Baetidae dan Orthocladinae terdapat pada substrat kasar (batu, batu kecil, kerikil) maupun substrat halus (pasir dan lumpur).

### 4.3 Pengelompokan Stasiun Pengamatan Sungai Lajing

Dari hasil identifikasi makrozoobentos yang ditemukan selama penelitian didapatkan 71 taxa yang terdiri dari 9 ordo (Coleoptera, Collembola, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera), 4 kelas (Arachnida, Crustacea, Gastropoda, Oligochaeta), dan 1 filum (Platyhelminthes) (lihat Lampiran 2).

Dari analisis data dengan menggunakan program TWINSpan (“Two Way Indicator Species Analysis”) didapatkan pengelompokan stasiun pengamatan Sungai Lajing berdasarkan makrozoobentos menjadi 5 kelompok stasiun pengamatan (A, B, C, D, E) (lihat Gambar 11, 12 dan Lampiran 3). Masing-masing kelompok stasiun pengamatan terdiri dari 2 sampai dengan 4 stasiun pengamatan.



Gambar 11. Pengelompokan Stasiun Pengamatan Sungai Lajing



Gambar 12. Denah Kelompok Stasiun Pengamatan



Kelompok stasiun pengamatan A tersusun atas 4 stasiun pengamatan, yaitu pada kode stasiun pengamatan 1, 2, 5, dan 6 (lihat Tabel 5 dan Lampiran 3). Keempat kode stasiun pengamatan ini terletak di Desa Gubugklakah. Kode stasiun pengamatan 1 dan 2 merupakan daerah wisata Coban Trisula sedangkan kode stasiun pengamatan 5 dan 6 merupakan bekas tempat peristirahatan dan MCK. Makrozoobenthos yang ditemukan antara lain Glossosomatidae, Tabanidae, Culicidae, dan *Chironomus thumni*. Glossosomatidae, Tabanidae, Culicidae, dan *Chironomus thumni* terdapat pada kelompok stasiun pengamatan A karena substrat didominasi pasir, kerikil, dan lumpur (lihat Tabel 6 dan 7). Menurut Quigley (1977), Glossosomatidae banyak ditemukan pada tempat yang dangkal dengan substrat berbatu dan aliran arus cepat. Menurut Merritt dan Cummins (1979), Glossosomatidae ditemukan pada substrat kasar (batu, batu kecil, dan kerikil), umumnya pengikis (herbivora). Menurut Merritt dan Cummins (1979), Tabanidae umumnya ditemukan pada substrat lunak (pasir dan lumpur), penusuk (karnivora) dan predator. Menurut Merritt dan Cummins (1979), Culicidae umumnya ditemukan pada perairan mengalir dengan substrat lunak (pasir dan lumpur), pengumpul (detritivora). Menurut Quigley (1977), *Chironomus thumni* dapat ditemukan pada perairan yang bersubstrat lumpur. Kisaran TOM pada kelompok stasiun pengamatan A termasuk rendah-sedang (24,04-34,76 mg/l). Menurut Pertiwi (2002), Glossosomatidae termasuk makrozoobenthos yang peka terhadap bahan organik sedangkan Culicidae dan (Chironomidae) *Chironomus thumni* termasuk makrozoobenthos yang toleran terhadap bahan organik. Berdasarkan makrozoobenthos yang ditemukan maka kondisi kelompok stasiun pengamatan A dalam kondisi sehat karena terdapat jenis yang peka terhadap bahan

organik namun terdapat juga peringatan dengan ditemukannya jenis yang toleran terhadap bahan organik.

Kelompok stasiun pengamatan B tersusun atas 4 stasiun pengamatan, yaitu kode stasiun pengamatan 3, 8, 9, dan 10 (lihat Tabel 5 dan Lampiran 3). Keempat kode stasiun pengamatan ini terletak di Desa Gubugklakah dan merupakan daerah pertanian (jagung, kol, dan wortel). Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan B antara lain Odontoceridae, Gyrinidae dewasa, Helodidae, dan Stratiomyidae. Odontoceridae, Gyrinidae dewasa, Helodidae, dan Stratiomyidae terdapat pada kelompok stasiun pengamatan B karena substrat didominasi pasir, kerikil, dan lumpur (lihat Tabel 6 dan 7). Menurut Merritt dan Cummins (1979), Odontoceridae terdapat pada substrat kasar (batu, batu kecil, dan kerikil), pencabik. Menurut Merritt dan Cummins (1979), Gyrinidae dewasa dapat ditemukan pada perairan mengalir dengan substrat lunak (pasir dan lumpur), predator (karnivora). Menurut Merritt dan Cummins (1979), Helodidae umumnya hidup di air yang menggenang yang substratnya cenderung halus (pasir dan lumpur), pencabik dan pengikis (herbivora). Menurut Zwart dan Travedi (1995), Helodidae juga dapat hidup di bawah batu saat aliran air cepat. Menurut Merritt dan Cummins (1979), Stratiomyidae dapat ditemukan pada perairan mengalir dengan substrat kasar (batu, batu kecil, dan kerikil) maupun substrat lunak (pasir dan lumpur), pengumpul. Kisaran TOM pada kelompok stasiun pengamatan B termasuk rendah (7,58-22,12 mg/l). Menurut Pertiwi (2002), Gyrinidae dan Helodidae termasuk makrozoobenthos yang peka terhadap bahan organik. Stratiomyidae termasuk makrozoobenthos yang toleran terhadap bahan organik<sup>\*)</sup>. Berdasarkan makrozoobenthos

-----  
\*) Komunikasi pribadi dengan Sri Sudaryanti, 2007

yang ditemukan maka kondisi kelompok stasiun pengamatan B dalam kondisi sehat karena terdapat jenis yang peka terhadap bahan organik namun terdapat juga peringatan dengan ditemukannya jenis yang toleran terhadap bahan organik.

Kelompok stasiun pengamatan C tersusun atas 3 stasiun pengamatan, yaitu kode stasiun pengamatan 4, 13, dan 14 (lihat Tabel 5 dan Lampiran 3). Kode stasiun pengamatan 4 terletak di Desa Gubugklakah sedangkan kode stasiun pengamatan 13 dan 14 terletak di Desa Duwet. Kelompok stasiun pengamatan C merupakan daerah pertanian (jagung, kapri) dan terdapat mata air yang digunakan petani untuk MCK. Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan C antara lain Cordulegasteridae, *Zygoptera* sp., dan Psychodidae. Cordulegasteridae, *Zygoptera* sp., dan Psychodidae terdapat pada kelompok stasiun pengamatan C karena substrat didominasi kerikil, pasir, dan batu kecil (lihat Tabel 6 dan 7). Menurut Merritt dan Cummins (1979), Cordulegasteridae banyak ditemukan pada substrat lunak (pasir dan lumpur), predator (karnivora). Menurut Merritt dan Cummins (1979), *Zygoptera* sp. banyak ditemukan pada substrat keras (batu, batu kecil, kerikil) dan lunak (pasir dan lumpur), predator (karnivora). Menurut Merritt dan Cummins (1979), Psychodidae ditemukan pada substrat lunak (pasir dan lumpur), pengumpul. Kisaran TOM pada kelompok stasiun pengamatan C termasuk rendah (6,32-17,06 mg/l). Menurut Suwignyo *et al.*, (2005), Odonata (nimfa capung) tidak dapat hidup di perairan tercemar. Menurut Suwignyo *et al.*, (2005), Psychodidae hidup pada perairan tercemar. Berdasarkan makrozoobenthos yang ditemukan maka kondisi kelompok stasiun pengamatan B dalam kondisi sehat karena terdapat jenis yang peka terhadap bahan organik namun terdapat juga peringatan dengan ditemukannya jenis yang toleran terhadap bahan organik.

Kelompok stasiun pengamatan D tersusun atas 3 stasiun pengamatan, yaitu kode stasiun pengamatan 7, 11, dan 12 (lihat Tabel 5 dan Lampiran 3). Kode stasiun pengamatan 7 terletak di Desa Gubugklakah sedangkan kode stasiun pengamatan 11 dan 12 terletak di Desa Duwet. Kelompok stasiun pengamatan D merupakan daerah pertanian (jagung, kol) dan MCK. Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan D antara lain Caenidae dan Lumbriculidae. Caenidae terdapat pada kelompok stasiun pengamatan D karena substrat didominasi kerikil, pasir, dan batu kecil (lihat Tabel 6 dan 7). Menurut Quigley (1977), Caenidae merupakan organisme yang hidup pada sungai berbatu dan terdapat bahan organik halus (FPOM) diantara batu-batuan dan kerikil. Pada kelompok stasiun pengamatan D terdapat juga lumpur sehingga ditemukan Lumbriculidae (lihat Tabel 7). Menurut Quigley (1977), Lumbriculidae terdapat pada substrat berlumpur. Kisaran TOM pada kelompok stasiun pengamatan D termasuk rendah-sedang (22,75-44,87 mg/l). Menurut Pertiwi (2002), Caenidae termasuk makrozoobenthos yang peka terhadap bahan organik sedangkan Lumbriculidae termasuk makrozoobenthos yang toleran terhadap bahan organik. Berdasarkan makrozoobenthos yang ditemukan maka kondisi kelompok stasiun pengamatan D dalam kondisi sehat karena terdapat jenis yang peka terhadap bahan organik namun terdapat juga peringatan dengan ditemukannya jenis yang toleran terhadap bahan organik.

Kelompok stasiun pengamatan E tersusun atas 2 stasiun pengamatan, yaitu kode stasiun pengamatan 15 dan 16 (lihat Tabel 5 dan Lampiran 3) yang terletak di Desa Duwet. Kelompok stasiun pengamatan E merupakan daerah penambangan pasir dan MCK. Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan E antara lain Hydroptilidae, *Trichoptera* sp., dan Gomphidae. Hydroptilidae, *Trichoptera* sp., dan

Gomphidae terdapat pada kelompok stasiun pengamatan E karena substrat didominasi pasir dan kerikil (lihat Tabel 6 dan 7). Menurut Merritt dan Cummins (1979), Hydroptilidae dapat ditemukan pada substrat kasar (batu, batu kecil, kerikil) maupun substrat halus (pasir dan lumpur). Menurut Suwignyo *et al.*, (2005), larva Trichoptera hidup pada substrat batu, kerikil, pasir, lumpur. Menurut Merritt dan Cummins (1979), Gomphidae terdapat pada substrat lunak (pasir dan lumpur), predator (karnivora). Kisaran TOM pada pada kelompok stasiun pengamatan E termasuk rendah (12,01-27,81 mg/l). Menurut Suwignyo *et al.*, (2005), larva Trichoptera dapat dipakai sebagai indikator perairan sehat. Menurut Sudaryanti (2003a), Gomphidae merupakan makrozoobenthos yang toleran terhadap bahan organik. Berdasarkan makrozoobenthos yang ditemukan maka kondisi kelompok stasiun pengamatan E dalam kondisi sehat karena terdapat jenis yang peka terhadap bahan organik namun terdapat juga peringatan dengan ditemukannya jenis yang toleran terhadap bahan organik.

Selain faktor ekologis dan fisik lingkungan, makrozoobenthos tertentu dikelompokkan pada kelompok stasiun pengamatan tertentu oleh faktor nir kualitas air yang tidak terukur. Menurut Sudaryanti *et al.*, (2001), faktor yang dapat membedakan kelompok stasiun pengamatan berdasarkan makrozoobenthos antara lain letak lintang dan bujur, % "riffle", letak dari sumber, dan naungan vegetasi.

Berdasarkan makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan di Sungai Lajing maka perlu adanya usaha rehabilitasi. Rehabilitasi dilakukan meskipun kondisi stasiun pengamatan pada umumnya masih sehat namun terdapat organisme yang toleran terhadap bahan organik. Rehabilitasi diprioritaskan pada kelompok stasiun pengamatan yang mengalami gangguan terparah yakni kelompok

stasiun pengamatan C (54,84%), kelompok stasiun pengamatan D (53,85%), kelompok stasiun pengamatan E (47,62%), kelompok stasiun pengamatan A (44,64%), dan kelompok stasiun pengamatan B (41,86%) (lihat Tabel 6).









#### 4.4 Faktor Ekologis Sungai Lajing

Hasil penelitian yang diperoleh adalah sebagai berikut:

##### 4.4.1 Kecepatan Arus

Kecepatan arus berkisar 6,53-34,01 cm/detik. Pada pengambilan pertama kecepatan arus pada seluruh stasiun lebih rendah daripada pada pengambilan kedua kecuali hanya pada stasiun 1 (lihat Tabel 8). Pada stasiun 1, kecepatan arus turun dari 27,47 cm/detik menjadi 21,97 cm/detik. Berkurangnya kecepatan arus karena debit air berkurang dengan melebarnya air sungai sehingga kedalaman air berkurang serta beralihnya dominasi substrat menjadi pasir. Menurut Suwignyo *dalam* Sudaryanti (1995a), terdapat hubungan arus dengan tipe substrat diantaranya pada kecepatan arus 20-30 cm/detik mempunyai tipe substrat pasir. Pada stasiun 2-8 kecepatan arus meningkat karena pada pengambilan kedua dilakukan saat pertengahan musim hujan. Menurut Barus (2002), kecepatan arus dan debit dipengaruhi oleh musim penghujan. Kecepatan arus tertinggi berada pada stasiun pengamatan 6.II sebesar 34,01 cm/detik. Pada stasiun pengamatan ini lebar sungai sekitar 4 m, kedalaman sungai sekitar 33 cm, substrat yang mendominasi adalah kerikil dan pasir. Bagian atas stasiun ini terdapat air terjun dan kemiringan lokasi curam, sehingga kecepatan arus menjadi tinggi. Kecepatan arus terendah berada di stasiun pengamatan 3.I sebesar 6,53 cm/detik. Pada stasiun pengamatan ini lebar sungai sekitar 0,625 m, kedalaman sungai sekitar 5 cm, substrat yang mendominasi adalah pasir dan lumpur. Kemiringan lokasi stasiun landai, sehingga kecepatan arus menjadi rendah. Menurut Welch (1980) *dalam* Pertiwi (2002), kisaran <10-50 cm/detik termasuk dalam kisaran arus sangat lemah-sedang.

#### 4.4.2 Substrat dasar

Substrat dasar pada sebagian besar stasiun didominasi oleh batu kecil, kerikil, pasir, dan lumpur. Pada pengambilan pertama substrat lebih didominasi oleh pasir, kerikil, batu kecil, dan sedikit lumpur. Pada pengambilan kedua substrat didominasi oleh lumpur, pasir, dan kerikil (lihat Tabel 8). Lumpur dan pasir menjadi lebih banyak karena pada pengambilan kedua dilakukan saat pertengahan musim hujan sehingga diduga banyak terjadi erosi dan sedimentasi yang membawa banyak lumpur dan pasir. Menurut Asdak (2004), pada daerah hutan tidak terganggu dapat terjadi erosi dengan nilai C (Faktor Pengelolaan Tanaman pada perkiraan erosi metode USLE) 0,001 sedangkan pada daerah pertanian (tanaman kentang) yang ditanam searah lereng mempunyai nilai C 1,000. Menurut Winda (2006), jenis tanah pada daerah sekitar Semeru berdasarkan peta Tanah Tinjau Propinsi Jawa Timur tahun 1966 adalah regosol dan litosol (abu dan pasir vulkanis intermedier sampai basis dengan sifat permeabilitas sangat rapat dan lapisan teratas sangat peka terhadap erosi). Lumpur dan pasir juga bisa berasal dari daerah aliran di atasnya karena terbawa oleh arus yang relatif cepat. Pada stasiun 3 substrat dasar pengambilan pertama dan kedua cenderung sama, hanya persentase untuk pasir bertambah banyak. Pada stasiun 8 substrat dasar pengambilan pertama dan kedua juga sama. Pada pengambilan kedua tidak ada aktifitas penambangan pasir, namun persentase pasir tetap sama (70%) karena adanya peningkatan arus yang kuat mengakibatkan pasir tetap ada sehingga pasir stasiun 8 akan tergantikan oleh pasir dibagian atasnya. Menurut Merritt dan Cummins (1979), makrozoobenthos hidup pada sedimen kasar (batu, batu kecil, kerikil) dan sedimen lunak (pasir dan lumpur).

#### 4.4.3 Suhu

Suhu berkisar antara 17-21<sup>0</sup>C. Suhu pada pengambilan pertama di hampir seluruh stasiun cenderung lebih rendah daripada pengambilan kedua (lihat Tabel 8). Waktu pengambilan sampel sama namun terjadi perbedaan. Perbedaan ini dapat terjadi karena pada pengambilan kedua kondisinya lebih cerah daripada pengambilan pertama. Suhu stasiun 1 dan 2 pada pengambilan pertama dan kedua sama. Suhu yang tetap disebabkan naungan vegetasinya juga tetap. Suhu terendah berada pada stasiun yang lokasinya berada lebih tinggi dan suhu meningkat pada lokasi yang semakin kebawah. Menurut Brehm dan Meijering (1990) dalam Barus (2002), suhu dipengaruhi oleh ketinggian tempat dan penutupan vegetasi. Suhu tertinggi terdapat pada stasiun pengamatan 6.II dan 8.II sebesar 21<sup>0</sup>C. Tingginya suhu pada kedua stasiun pengamatan karena saat pengambilan sampel dilakukan di siang hari. Suhu terendah terdapat pada stasiun pengamatan 1.I dan 1.II sebesar 17<sup>0</sup>C. Stasiun 1 ini terletak pada tempat yang tertinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya. Menurut Effendi (2003), suhu air dipengaruhi juga oleh waktu pengambilan sampel dan ketinggian tempat. Menurut Sudaryanti dan Marsoedi (1995), suhu Sungai Brantas dengan dominasi makrozoobenthos jenis indikator bersih dan mengalami degradasi sedikit berkisar antara 14-29<sup>0</sup>C.

#### 4.4.4 TSS (“Total Suspended Solid”)

TSS berkisar antara 6-41 mg/l. TSS pada pengambilan pertama lebih rendah dibandingkan dengan pengambilan kedua. Pengambilan kedua dilakukan pada pertengahan musim hujan sehingga TSS meningkat (lihat Tabel 8). Erosi dan sedimentasi banyak mempengaruhi TSS dalam sungai. Menurut Effendi (2003), erosi

berpengaruh pada kekeruhan dan TSS. Pada stasiun 1, TSS cenderung berkurang saat pengambilan kedua. Kecepatan arus (pengadukan) juga berkurang sehingga TSS juga berkurang. TSS tertinggi berada pada stasiun pengamatan 6.II sebesar 41 mg/l. Lokasi stasiun pengamatan ini mempunyai lebar sempadan hanya 2-2,5 m dan sungai digunakan petani untuk MCK. TSS terendah berada pada stasiun pengamatan 4.I sebesar 6 mg/l. Lokasi stasiun pengamatan ini terdapat tebing tinggi (5 m di sebelah kanan dan 3 m di sebelah kiri) dan sedikitnya pengaruh aktifitas manusia dalam sungai. Adanya arus yang kuat dapat membawa TSS pada daerah aliran yang lebih atas. Menurut Alabaster dan Lloyd (1982) dalam Effendi (2003), kisaran TSS <25-80 mg/l sedikit berpengaruh terhadap kepentingan perikanan.

#### 4.4.5 DO (“Dissolved Oxygen”)

DO berkisar antara 4,51-6,73 mg/l. DO pada pengambilan pertama cenderung lebih tinggi dibandingkan saat pengambilan kedua (lihat Tabel 8). DO turun saat pengambilan kedua bisa disebabkan juga karena meningkatnya suhu, sehingga meningkatkan konsumsi oksigen oleh makrozoobenthos. Menurut Brown dalam Effendi (2003), peningkatan suhu sebesar 1<sup>0</sup>C akan meningkatkan konsumsi oksigen sebesar 10%. DO stasiun 3 pada pengambilan kedua lebih tinggi daripada pengambilan pertama disebabkan masukan dari MCK juga berkurang karena pada pertengahan musim hujan tidak banyak pengunjung wisata dan penduduk yang menggunakan MCK. Menurut Effendi (2003), kadar DO tergantung pada pergerakan massa air, aktifitas fotosintesis, dan limbah yang masuk ke sungai. DO tertinggi berada pada stasiun pengamatan 1.I sebesar 6,73 mg/l. DO pada stasiun pengamatan ini paling tinggi dibandingkan lainnya

karena terletak pada stasiun yang tertinggi diantara stasiun lainnya, kedalaman 20 cm dengan kecepatan arus agak deras (27,47 cm/detik) sehingga sirkulasi oksigen baik. DO terendah berada pada stasiun pengamatan 6.II sebesar 4,51 mg/l. DO pada stasiun pengamatan ini rendah karena terdapat aktifitas manusia dalam sungai (MCK). Menurut Sudaryanti (2003b), DO pada Sungai Brantas dengan status mengalami degradasi sedang-sehat berkisar antara 4- >7 mg/l.

#### 4.4.6 pH

pH Sungai Lajing berkisar antara 7-8. pH cenderung stabil pada pengambilan pertama dan kedua (lihat Tabel 8). Terdapat nilai 7 pada pH saat pengambilan kedua, yaitu stasiun pengamatan 2.II dan 5.II. Turunnya nilai pH disebabkan karena pengambilan kedua dilakukan saat pertengahan musim hujan. Air hujan mempunyai sifat asam. Menurut Mason (1993) dalam Effendi (2003), hujan bersifat asam. Menurut Effendi (2003), sebagian besar biota akuatik menyukai pH sekitar 7-8,5.

#### 4.4.7 TOM (“Total Organic Matter”)

TOM berkisar antara 6,32-44,87 mg/l. TOM pada pengambilan pertama cenderung lebih tinggi dibandingkan saat pengambilan kedua (lihat Tabel 8). Sumber TOM yang berasal dari naungan vegetasi (“allochthonous”), alga (“autochthonous”), dan penguraian (CPOM menjadi FPOM) oleh mikroba. TOM cenderung menurun pada pengambilan kedua. Rendahnya TOM karena menurunnya sumber-sumber TOM “allochthonous”, “autochthonous”, dan penguraian (CPOM menjadi FPOM) oleh mikroba saat pengambilan kedua. TOM tertinggi berada pada stasiun pengamatan 6.I sebesar 44,87 mg/l dan TOM terendah berada pada stasiun pengamatan 7.II sebesar 6,32

mg/l. Menurut Pertiwi (2002), kandungan TOM <28 mg/l ditemukan jenis indikator sehat (peka) sedangkan TOM 28-80,9 mg/l ditemukan indikator tidak sehat (toleran).

#### 4.4.8 Kesadahan

Kesadahan berkisar antara 40-222 mg CaCO<sub>3</sub>/l. Kesadahan di seluruh stasiun pada pengambilan pertama lebih tinggi daripada pengambilan kedua (lihat Tabel 8). Turunnya kesadahan karena terdapat sedikit goncangan pH (turunnya pH) pada pengambilan kedua. Menurut Barus (2002), kesadahan ditentukan oleh kandungan Kalsium yang terlarut dalam air. Kesadahan tertinggi berada pada stasiun pengamatan 8.I sebesar 222 mg CaCO<sub>3</sub>/l. Kesadahan pada stasiun pengamatan ini tertinggi karena berada pada stasiun yang letaknya paling bawah, sehingga telah banyak mengalami kontak dengan batuan dan tanah berkapur. Kesadahan terendah terdapat pada stasiun pengamatan 1.II dan 2.II sebesar 40 mg CaCO<sub>3</sub>/l. Kesadahan pada stasiun pengamatan ini terendah karena berada pada stasiun yang letaknya diatas. Menurut Effendi (2003), kesadahan perairan berasal dari kontak air dengan tanah dan bebatuan berkapur. Menurut Mahmudi *et al.*, (1999), Sungai Brantas bagian hulu pada kesadahan <100 mg CaCO<sub>3</sub>/l ditemukan jenis *Baetis* sp., *Hydropsyche* sp. dan pada kesadahan >100 mg CaCO<sub>3</sub>/l ditemukan jenis Chironomidae dan Lumbricidae.

Tabel 8. Data Ekologis Sungai Lajing

No.	Parameter	Stasiun							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	<b>Kecepatan Arus (cm/detik)</b>								
	I	27,47	22,17	6,53	11,96	26,25	26,04	22,98	26,38
	II	21,97	30,58	7,62	19,12	31,35	34,01	27,32	29,76
2.	<b>Dominasi Substrat (*)</b>								
	I	k, bk	b, bk	p, l	p, k	p, k	bk, k	bk, k	p, k
	II	p, k	p, k	p, l	p, l	p, l	k, p	k, p	p, k
3.	<b>Suhu (<sup>0</sup>C)</b>								
	I	17	18	18	18	18	20	18	19
	II	17	18	19	20	20	21	19	21
4.	<b>TSS (mg/l)</b>								
	I	22	21	24	6	8	36	9	23
	II	21	31	29	17	38	41	20	26
5.	<b>DO (mg/l)</b>								
	I	6,73	6,24	6,16	6,64	5,79	5,14	6,46	5,10
	II	6,31	5,73	6,35	5,84	5,27	4,51	4,65	4,97
6.	<b>pH</b>								
	I	8	8	8	8	8	8	8	8
	II	8	7	8	8	7	8	8	8
7.	<b>TOM (mg/l)</b>								
	I	34,76	20,86	32,23	22,75	22,12	44,87	17,06	27,81
	II	27,17	10,74	24,04	7,58	13,90	29,70	6,32	12,01
8.	<b>Kesadahan (mg CaCO<sub>3</sub>/l)</b>								
	I	56	62	48	56	58	80	54	222
	II	40	40	46	54	50	64	48	170

Keterangan (\*):

bk : batu kecil

k : kerikil

p : pasir

l : lumpur

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

- » Dari hasil identifikasi makrozoobenthos yang ditemukan selama penelitian didapatkan 71 taxa yang terdiri dari 9 ordo (Coleoptera, Collembola, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera), 4 kelas (Arachnida, Crustacea, Gastropoda, Oligochaeta), dan 1 filum (Platyhelminthes).
- » Dari analisis data dengan menggunakan program TWINSpan (“Two Way Indicator Species Analysis”) didapatkan pengelompokan stasiun pengamatan Sungai Lajing berdasarkan makrozoobenthos menjadi 5 kelompok stasiun pengamatan (A, B, C, D, E). Masing-masing kelompok stasiun pengamatan terdiri dari 2 sampai dengan 4 stasiun pengamatan.
- » Berdasarkan makrozoobenthos yang ditemukan maka kelompok stasiun pengamatan A tersusun atas stasiun 1 dan 3. Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan A antara lain Glossosomatidae, Tabanidae, Culicidae, dan *Chironomus thummi*. Kelompok stasiun pengamatan B tersusun atas stasiun 2 pada pengambilan pertama, stasiun 4 pada pengambilan kedua, dan stasiun 5. Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan B antara lain Odontoceridae, Gyridae dewasa, Helodidae, dan Stratiomyidae. Kelompok stasiun pengamatan C tersusun atas stasiun 2 pada pengambilan kedua dan stasiun 7. Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan C antara lain Cordulegasteridae, *Zygoptera* sp., dan Psychodidae.

Kelompok stasiun pengamatan D tersusun atas stasiun 4 pada pengambilan pertama dan stasiun 6. Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan D antara lain Caenidae dan Lumbriculidae. Kelompok stasiun pengamatan E tersusun atas stasiun 8. Makrozoobenthos yang ditemukan pada kelompok stasiun pengamatan E antara lain Hydroptilidae, *Trichoptera* sp., dan Gomphidae. Kelompok stasiun pengamatan A, B, C, D, dan E dalam kondisi sehat namun terdapat peringatan dengan ditemukannya jenis yang toleran terhadap bahan organik.

- » Berdasarkan perbandingan jumlah makrozoobenthos yang toleran terhadap bahan organik dengan jumlah keseluruhan makrozoobenthos pada tiap-tiap kelompok stasiun pengamatan maka urutan gangguan terparah terdapat pada kelompok stasiun pengamatan C (54,84%), D (53,85%), E (47,62%), A (44,64%), dan B (41,86%).
- » Berdasarkan faktor ekologis, kecepatan arus berkisar 6,53-34,01 cm/detik, substrat dasar didominasi oleh batu kecil, kerikil, pasir, dan lumpur. Suhu berkisar 17-21°C, TSS berkisar 6-41 mg/l, DO berkisar 4,51-6,73 mg/l, pH berkisar 7-8, TOM berkisar 6,32-44,87 mg/l, dan kesadahan berkisar 40-222 mg CaCO<sub>3</sub>/l.

## 5.2 Saran

- » Makrozoobenthos dapat digunakan sebagai bioindikator untuk menilai kondisi sungai dan dapat memberikan informasi untuk pengelolaan secara terpadu.
- » Sungai Lajing berdasarkan hasil penelitian dalam kondisi sehat namun terdapat organisme yang toleran terhadap bahan organik sehingga perlu adanya usaha

rehabilitasi untuk menjaga kelestarian sungai Lajing. Rehabilitasi diprioritaskan pada kelompok stasiun pengamatan yang mengalami gangguan terparah dimulai dari kelompok stasiun pengamatan C, D, E, A, dan B.

- » Rehabilitasi dapat dilakukan dengan pelarangan pembuangan sampah secara sembarangan dengan penyediaan tempat-tempat sampah pada daerah wisata, pengaturan sistem pertanaman dengan mengurangi teknik penanaman "up and down the slope" menjadi teknik penanaman menurut garis kontur yang dilengkapi dengan pembuatan teras pada daerah pertanian, pengawasan secara ketat dan penentuan kapasitas angkut maksimum pasir per hari pada daerah penambangan pasir, serta adanya penyuluhan tentang pentingnya menjaga lingkungan dan membangun sarana kebersihan seperti WC umum bagi masyarakat sekitar.
- » Pengamatan dan perhitungan naungan vegetasi dan persentase substrat yang dilakukan pada daerah aliran sepanjang 10 m sebaiknya dilakukan pada daerah aliran sepanjang 100 m.
- » Pengamatan dan perhitungan persentase substrat yang dilakukan berdasarkan lebar sungai sebaiknya dilakukan berdasarkan lebar daerah "kicking".

## DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Sixteenth Editions. American Public Health Association. Washington DC. USA.
- Asdak, C. 2004. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Awuy, N. H. S. 2003. Studi Klasifikasi Sungai Lanang dari Desa Bumiaji Kota Batu sampai Desa Tawangargo Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang berdasarkan Makroinvertebrata Bentik. Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. (tidak diterbitkan).
- Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Direktorat Pendidikan Tinggi. Medan. (tidak diterbitkan).
- Beyens, J., N. De Pauw, J. Gardeniers, B. Godderis, L. Mercken, B. Neven, Ph. Stroot, H. Tolkamp, M. Vaeremans, G. Vanhoorn, R. Vannevel, T. Vercouteren, and K. Wouters.-. Macro Invertebraten. Stichting Leefmilieu. Antwerpen.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- Gardeniers, J. J. P. 1988. Principles of Aquatic Environmental Management. Communication Paper No. 4. NUFFIC/UNIBRAW/LUW/FISH. Fisheries Project. Malang.
- Hawking, J. H. 1995. Monitoring River Health Initiative Taxonomic Workshop Handbook. The Murray Darling Freshwater Research Centre. Albury.
- \_\_\_\_\_ and F. J. Smith. 1997. Colour Guide to Invertebrates of Australian Inland Waters. The Co-operative Research Centre for Freshwater Ecology. Ellis Street. Thurgoona. Albury.
- Hynes, H. B. N. 1963. The Biology of Polluted Waters. Liverpool University Press. Liverpool.
- Ingram, B. A., J. W. Hawking, and R. J. Shiel. 1997. Aquatic Life in Freshwater Ponds. Co-operative Research Centre for Freshwater Ecology. Albury.
- Lind, T. O. 1979. Handbook of Common Methods in Limnology. Second Edition. The C. V. Mosby Company. St. Louis. Toronto.

- Mahmudi, M., S. Sudaryanti, dan B. Artadi. 1999. Pengelolaan Perairan Sungai Brantas dengan menggunakan Pendugaan Komunitas Makrozoobentos (Management on Water of Brantas River with Bioassessment Macrozoobentos Community). Jurnal Penelitian Perikanan. Vol. 4. Universitas Brawijaya. Malang.
- Merritt, R. W. and K. W. Cummins. 1979. An Introduction to the Aquatic Insect of North America. Third Printing. Kendall/Hunt Publishing Company. Iowa.
- Pertiwi, R. T. A. 2002. Studi Komunitas Makrozoobentos di Sungai Konto Bagian Hulu Kecamatan Pujon Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. (tidak diterbitkan).
- Quigley, M. 1977. Invertebrates on Streams and Rivers: A Key to Identification. Edward Arnold Publisher Ltd. London.
- Smith, B. J. 1996. Identification Keys to the Families and Genera of Bivalve and Gastropod Molluscs Found in Australian Inland Waters. Queen Victoria Museum Art and Gallery. Launceston. Tasmania.
- Sudaryanti, S. 1992. A Biological Approach to Water Quality Assessment in the Brantas River, East Java. Faculty of Fisheries. Brawijaya University. Malang. Indonesia.
- \_\_\_\_\_ 1995a. Benthic Invertebrates. Faculty of Fisheries Brawijaya University. Malang.
- \_\_\_\_\_ 1995b. Classification and Ordination of Macroinvertebrate Communities in the Brantas River, East Java Related to Environmental Variables. Department of Water Quality Management and Aquatic Ecology. Wageningen Agriculture University. Netherlands.
- \_\_\_\_\_ dan Marsoedi. 1995. Pendekatan Biologis untuk Menduga Kualitas Air Sungai Brantas Jawa Timur. Prosiding Pelatihan Strategi Pemantauan Kualitas Air Sungai secara Biologis. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- \_\_\_\_\_ 1997. Strategi Pemantauan Kualitas Air Sungai secara Biologis. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- \_\_\_\_\_, Y. Trihadiningrum, B. T. Hart, P. E. Davies, C. Humphrey, R. Norris, J. Simpson, and L. Thurtell. 2001. Assessment of the Biological Health of the Brantas River, East Java, Indonesia using the Australian River Assessment System (AUSRIVAS) Methodology. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- \_\_\_\_\_ 2003a. Pemanfaatan Serangga sebagai Indikator Pencemaran Perairan. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Malang dan Perhimpunan Biologi Indonesia Komisariat Malang. Balittas. Malang. (tidak diterbitkan).

- \_\_\_\_\_. 2003b. Refleksi Pemberdayaan Penelitian Bioassessment untuk Penilaian Kualitas Air Sungai. Disampaikan pada Seminar Nasional Biologi, FMIPA ITS. Universitas Brawijaya. Malang. (tidak diterbitkan).
- Susanti, O. A. 2004. Studi Klasifikasi Sungai Brantas Bagian Hulu Desa Tulungrejo Kodya Batu berdasarkan Makroinvertebrata Bentik. Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. (tidak diterbitkan).
- Suwignyo, S., B. Widigdo, Y. Wardiatno, dan M. Krisanti. 2005. Avertebrata Air. Jilid 2. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tim Asisten Limnologi. 2005. Petunjuk Praktikum Limnologi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Uehara, T. 1971. Reproductive Biology and Experimental Embryology of Marine Invertebrates, Fertilization, Cleavage, Larva and Adult Morphology and Hybridization in Sea Urchin, Karyotypes of Echinoderms. Nagoya University Biology. Nagoya.
- Wardani, D. 2002. Studi Komunitas Makrozoobenthos untuk Klasifikasi Sungai Sumber (DAS Sumber) Kelurahan Batu Ampar Kota Balikpapan Propinsi Kalimantan Timur. Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. (tidak diterbitkan).
- Winda. 2006. Kajian Faktor Internal Perlindungan dan Pengamanan Kawasan Seksi Konservasi Wilayah III Balai Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Laporan Kegiatan Magang CPNS Departemen Kehutanan Tahun 2005. BTN BTS. Malang. (tidak diterbitkan).
- [www.epa.gov/](http://www.epa.gov/) 16 Mei 2007.
- [www.troutnut.com/](http://www.troutnut.com/) 16 Mei 2007.
- Zwart, D. and R. C. Travedi. 1995. Manual on Integrated Water Quality Evaluation Appendix 6 Taxonomical Key for Biological Water Quality Determination. The Murray Darling Freshwater Research Centre. Albury.

## LAMPIRAN

## Lampiran 1. Alat dan Bahan

• **Alat**

Jaring Benthos 0,5 mm	Pinset
Saringan Benthos	Wadah Benthos
Nampan Sortir	Botol Plastik
Kertas pH	Botol DO
Tali Rafia	Pipet Volum
Buret	“Stopwatch”
Erlenmeyer	Tabung Reaksi
Mikroskop	Cawan petri
“Hot Plate”	Termometer
Oven	Eksikator
Timbangan	
• <b>Bahan</b>	
Alkohol 96%	EBT
Substrat	Aquades
MnSO <sub>4</sub>	NaOH KI
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Pekat	Indikator Amylum
EDTA	Na-thiosulfat
KMnO <sub>4</sub>	Na-oxalat
“Buffer” 10	Kertas Saring

Lampiran 2. Komposisi Makrozoobenthos di Sungai Lajing

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
1. ARACHNIDA	Acarina	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	Araenae	0	0	1	0	4	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
<b>JUMLAH TAXA 2</b>																		
Jumlah Taxa		1	0	1	0	1	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	
Jumlah Individu		1	0	1	0	4	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
1. Coleoptera spp.	Cole*spp	6	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
2. Dryopidae	Dryopdae	160	56	11	3	3	0	1	3	3	0	2	1	0	0	0	0	7, 2
3. Dytiscidae A	DytidaeA	1	3	54	14	14	8	6	1	4	1	2	1	24	5	0	0	7, 2
4. Dytiscidae L (platambus)	DytidaeL	2	2	0	1	4	3	1	0	0	0	1	0	1	3	0	0	7
5. Elmidae A	ElmidaeA	14	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8, 2, 3, 7
6. Elmidae L	ElmidaeL	656	152	1	0	8	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	4	2, 3, 7
7. Elmidae P	ElmidaeP	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8. Gyrinidae A	GyridaeA	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7, 2, 8, 3
9. Gyrinidae L	GyridaeL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8, 2, 3, 7
10. Helodidae	Heloddae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2

lanjutan Lampiran 2.

11. Hydrophilidae A	HydrdaeA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3
12. Hydrophilidae L	HydrdaeL	0	1	0	0	1	6	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3
<b>JUMLAH TAXA 12</b>																			
Jumlah Taxa		8	7	4	4	6	5	4	6	5	1	3	2	2	2	1	1		
Jumlah Individu		842	223	69	19	31	19	9	9	10	1	5	2	25	8	3	4		

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER	
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II		
3. CRUSTACEA																			
1. Cyclopoida	Cycloida	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2. Gammaridae	Gammadae	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2,8
<b>JUMLAH TAXA 2</b>																			
Jumlah Taxa		1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
Jumlah Individu		2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER	
		1.II	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II		
4. COLLEMBOLA																			
1. Collembola spp.	Colleola	1	0	2	3	11	2	1	3	3	0	1	1	4	2	0	0	7	
<b>JUMLAH TAXA 1</b>																			

lanjutan Lampiran 2.

Jumlah Taxa	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	
Jumlah Individu	1	0	2	3	11	2	1	3	3	0	1	1	4	2	0	0		

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
1. Ceratopogonidae	Ceratdae	1	1	0	0	32	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	7, 8, 2, 4
2. Chironomidae P	ChirdaeP	11	5	3	2	5	2	2	2	3	1	0	0	2	5	4	2	8, 4
3. Chironominae	Chironae	42	3	1	0	66	24	2	4	4	2	12	6	89	49	25	17	10
4. <i>Chironomus thummi</i>	Chirthum	0	0	0	0	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
5. Culicidae	Culicidae	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7, 2, 4
6. <i>Diptera L</i> spp.	DipL*spp	0	0	0	0	9	2	0	6	0	1	0	4	2	2	0	0	
7. <i>Diptera P</i> spp.	DipP*spp	0	0	0	0	4	8	0	2	1	0	0	0	1	1	0	0	
8. Dolichopodidae	Dolicdae	0	1	0	0	7	3	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	7
9. Ephydriidae L	EphydaeL	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7, 1, 4
10. Ephydriidae P	EphydaeP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
11. Muscidae	Muscidae	2	0	0	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	7
12. Orthocladinae	Orthonae	70	47	12	6	22	26	5	7	17	9	27	3	23	15	17	20	10
13. Psychodidae	Psychdae	0	0	0	1	4	0	0	1	0	1	0	0	3	2	0	0	4, 7
14. Simuliidae	Simuldae	90	20	1	3	1	0	3	12	25	7	29	8	27	10	0	0	7, 2, 8
15. Stratiomyidae	Stratdae	0	0	1	1	8	0	0	3	6	1	0	0	0	0	1	0	7, 4

lanjutan Lampiran 2.

16. Tabanidae	Tabandae	14	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7, 4, 8
17. Tanipodinae	Tanipdae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
18. Tipulidae	Tipuldae	9	0	6	1	86	22	1	8	23	3	0	1	6	2	4	0	7, 2, 8
<b>JUMLAH TAXA 18</b>																		
Jumlah Taxa		9	7	6	7	15	12	5	10	10	9	3	5	8	9	6	4	
Jumlah Individu		240	81	24	15	260	97	13	46	82	29	68	22	153	88	52	40	

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
<b>6. EPHEMEROPTERA</b>																		
1. Baetidae	Baetidae	304	221	70	25	157	61	60	85	289	134	235	110	378	152	132	42	8, 2, 7
2. Caenidae	Caenidae	3	4	2	1	0	0	2	1	4	3	12	5	22	13	51	9	8, 2, 7
<b>JUMLAH TAXA 2</b>																		
Jumlah Taxa		2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Jumlah Individu		307	225	72	26	157	61	62	86	293	137	247	115	400	165	183	51	

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
<b>7. GASTROPODA</b>																		
1. Ancyliidae	Ancylda	0	0	0	0	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
2. Glacidorbidae	Glacidae	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9

lanjutan Lampiran 2.

3. Lymnaeidae	Lymnadae	0	0	2	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	9
<b>JUMLAH TAXA 3</b>																		
Jumlah Taxa		0	0	1	1	2	2	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	
Jumlah Individu		0	0	2	1	13	7	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
8. HEMIPTERA																		
1. Gerridae	Gerridae	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	8, 2, 7
2. Hebridae	Hebridae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2, 7
3. Hemiptera spp.	Hemi*spp	1	0	0	4	0	0	0	2	12	12	1	1	2	7	0	2	
4. Veliidae	Veliidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8, 2, 7
<b>JUMLAH TAXA 4</b>																		
Jumlah Taxa		2	0	1	2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2	0	1	
Jumlah Individu		2	0	1	6	1	0	0	2	12	12	1	1	2	9	0	2	

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
9. LEPIDOPTERA																		
1. Noctuidae	Noctudae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7
<b>JUMLAH TAXA 1</b>																		

lanjutan Lampiran 2.

Jumlah Taxa	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Jumlah Individu	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
10. ODONATA																		
1. Coenagriidae	Coenadae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	14	1	0	1	8, 2
2. Cordulegasteridae	Cogasdae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8, 7
3. Corduliidae	Cordudae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	2
4. Gomphidae	Gomphdae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	2	2	7, 2, 8, 3
5. Libellulidae	Libeldae	1	0	0	0	11	0	0	4	7	1	3	2	0	0	0	0	7, 2, 3
6. Zygoptera sp.	Zygo*spp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
<b>JUMLAH TAXA 6</b>																		
Jumlah Taxa		1	1	1	0	2	0	1	1	1	1	2	1	4	2	1	2	
Jumlah Individu		1	1	1	0	12	0	1	4	7	1	5	2	24	3	2	3	

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
11. OLIGOCHAETA																		
1. Haplotaenidae	Haplodae	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
2. Lumbricidae	Lumcidae	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	8

lanjutan Lampiran 2.

3. Lumbriculidae	Lumcudae	4	0	0	1	0	0	1	5	0	0	0	0	1	1	0	8
4. Tubificidae	Tubifidae	34	83	2	4	154	29	4	3	0	9	0	0	9	6	0	8
<b>JUMLAH TAXA 4</b>																	
Jumlah Taxa		3	2	2	2	1	1	2	3	1	2	0	0	1	2	2	0
Jumlah Individu		40	87	3	5	154	29	5	9	1	10	0	0	9	7	2	0

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
12. PLATYHELMINTHES																		
1. DugesIIDae	Dugesdae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2. PlanariIIDae	Planadae	2	2	14	6	4	3	3	5	24	8	2	2	7	1	0	1	2
<b>JUMLAH TAXA 2</b>																		
Jumlah Taxa		1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	
Jumlah Individu		2	2	14	6	4	4	3	5	24	8	2	2	7	1	0	1	

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
13. PLECOPTERA																		
1. NemourIIDae	Nemoudae	460	70	15	0	2	2	4	6	8	0	4	2	0	0	0	1	2, 8, 5
2. PerlIIDae	Perlidae	0	0	0	0	1	0	6	0	65	0	0	0	0	0	0	0	2, 8, 5

lanjutan Lampiran 2.

3. Perlodidae	Perlodae	0	51	0	0	4	0	0	0	5	0	0	0	0	1	0	0	2, 8, 5
<b>JUMLAH TAXA 3</b>																		
Jumlah Taxa		1	2	1	0	3	1	2	1	3	0	1	1	0	1	0	1	
Jumlah Individu		460	121	15	0	7	2	10	6	78	0	4	2	0	1	0	1	

TAXA	KODE	STASIUN																SUMBER
		1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II	
14. TRICHOPTERA																		
1. Ecnomidae	Ecnomdae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
2. Glossosomatidae	Glossdae	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8, 3, 7
3. Hydropsychidae	Hydsydae	211	96	1	1	2	1	2	3	5	1	31	11	16	9	17	2	8, 2, 3, 7
4. Hydroptilidae	Hydtidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8, 3, 2, 7
5. Lepidostomatidae	Lepidae	320	13	9	1	114	13	90	3	1	0	27	8	4	1	2	1	7, 2
6. Leptoceridae	Leptodae	16	11	0	0	0	5	0	39	5	0	0	0	0	0	4	0	8, 3, 7, 2
7. Limnephilidae	Limnedae	8	0	1	0	0	0	2	1	1	4	0	0	0	0	0	0	7, 2, 8, 3
8. Odontoceridae	Odontdae	1	0	0	0	0	0	0	2	20	0	0	0	0	0	0	0	8, 3, 7
9. Philopotamidae	Philodae	1	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	8, 2, 3, 7
10. Polycentropidae	Polycdae	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8, 3, 7, 2
11. <i>Trichoptera</i> sp.	Tric*spp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<b>JUMLAH TAXA 11</b>																		
Jumlah Taxa		7	6	3	2	2	3	3	5	7	2	2	2	2	2	4	3	
Jumlah Individu		572	124	11	2	116	19	94	48	37	5	58	19	20	10	24	4	

lanjutan Lampiran 2.

TAXA	STASIUN															
	1.I	1.II	2.I	2.II	3.I	3.II	4.I	4.II	5.I	5.II	6.I	6.II	7.I	7.II	8.I	8.II
Jumlah Taxa	37	29	25	22	37	29	22	33	34	19	17	17	25	25	17	15
Jumlah Individu	2470	865	216	83	771	241	199	217	549	203	392	167	647	295	267	106

Sumber :

1. Beyens, J., N. De Pauw, J. Gardeniers, B. Godderis, L. Mercken, B. Neven, Ph. Stroot, H. Tolkamp, M. Vaeremans, G. Vanhoorn, R. Vannevel, T. Vercouteren, K. Wouters. -. Macro Invertebraten. Stichting Leefmilieu. Antwerpen.
2. Zwart, D. dan R. C. Travedi. 1995. Manual on Integrated Water Quality Evaluation Appendix 6 Taxonomical Key for Biological Water Quality Determination. The Murray Darling Freshwater Research Centre. Albury.
3. Hawking, J. H. 1995. Monitoring River Health Initiative Taxonomic Workshop Handbook. The Murray Darling Freshwater Research Centre. Albury.
4. Hawking, J. H. dan F. J. Smith. 1997. Colour Guide to Invertebrates of Australian Inland Waters. The Co-operative Research Centre for Freshwater Ecology. Ellis Street. Thurgoona. Albury.
5. Hynes, H. B. N. 1977. A Key to the Adult and Nymphs of British Stoneflies (Plecoptera). Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 17. Ontario.
6. Ingram, B. A., J. W. Hawking, dan R. J. Shiel. 1997. Aquatic Life In Freshwater Ponds. Co-operative Research Centre for Freshwater Ecology. Albury.
7. Merritt, R. W. dan K. W. Cummins. 1979. An Introduction to the Aquatic Insect of North America. Third Printing. Kendall/Hunt Publishing Company. Iowa.
8. Quigley, M. 1977. Invertebrates on Streams and Rivers: A Key to Identification. Edward Arnold Publisher Ltd. London.
9. Smith, B. J. 1996. Identification Keys to the Families and Genera of Bivalve and Gastropod Molluscs Found in Australian Inland Waters. Queen Victoria Museum Art and Gallery. Launceston. Tasmania.
10. Uehara, T. 1971. Reproductive Biology and Experimental Embryology of Marine Invertebrates, Fertilization, Cleavage, Larva and Adult Morphology and Hybridization in Sea Urchin, Karyotypes of Echinoderms. Nagoya University Biology. Nagoya.

Lampiran 3. Hasil Pengolahan Data Makrozoobenthos menggunakan TWINSPAN

	11 1111 1	
	4347125638901256	
30 Gomp hdae	-2-1--22-----	00000
40 Hydt idae	-----1-----	00000
64 Tric *spp	-----1-----	00000
12 Coga sdae	-2-----	00001
67 Zygo *spp	--2-----	00001
9 Coen adae	-41-2--1-----1-	00010
13 Cord udae	-3-----1----	00010
27 Gerr idae	2-2-----1----	00010
5 Caen idae	15424353212222--	00011
46 Lumc udae	1-11--1--3--2---	00011
58 Psyc hdae	122-----1-1--2-	00011
47 Lymn adae	1111-11-2-1-----	00100
36 Hemi *spp	223-11-2-2441---	001010
50 Noct udae	-1-----1-----	001010
22 Ecno mdae	-----1-----	001011
31 Gyri daeA	-----2-----	001011
34 Hebr idae	-----1-----	001011
35 Helo ddae	-----1-----	001011
51 Odon tdae	-----25-1----	0011
53 Perl idae	---3-----5---1-	0011
56 Plan adae	331222-143532222	0011
44 Limn edae	---2---11123---	0100
45 Lumc idae	-----1--1112---	0100
60 Stra tdae	1-----1-1231--3-	0100
4 Baet idae	5555555555555555	01010
20 Dyti daeA	453321--51211243	01010
52 Orth onae	3543524543435555	01010
59 Simu ldae	254253--1453551-	01010
7 Chir onae	-552435412225255	010110
11 Coll eola	222111--222-1-42	010111
16 DipL *spp	-22--2---3-1--32	010111
43 Libe ldae	---22---2311-4-	010111
63 Tipu ldae	1321-12-33523-55	010111
39 Hyds ydae	1432544212315521	011
41 Lepi ddae	12155321321-5454	011
48 Musc idae	1-2-----11-2--2	100
1 Acar ina	-----1--1---	1010
3 Arae nae	----1---111--21	1010
55 Phil odae	-----2-11--	1010
18 Dryo pdae	2--121--422-552-	1011
42 Lept odae	-----2--53-44-3	1011
49 Nemo udae	---222-1433-5522	1011
21 Dyti daeL	11211-----2222	1100
26 Gamm adae	-1-----21--	110100
65 Tubi fdae	2332----22-35555	110100
10 Cole *spp	1-----11-3--1	110101
17 Doli cdae	-----12-132	110101
33 Hapl odae	-----1----2--	110101



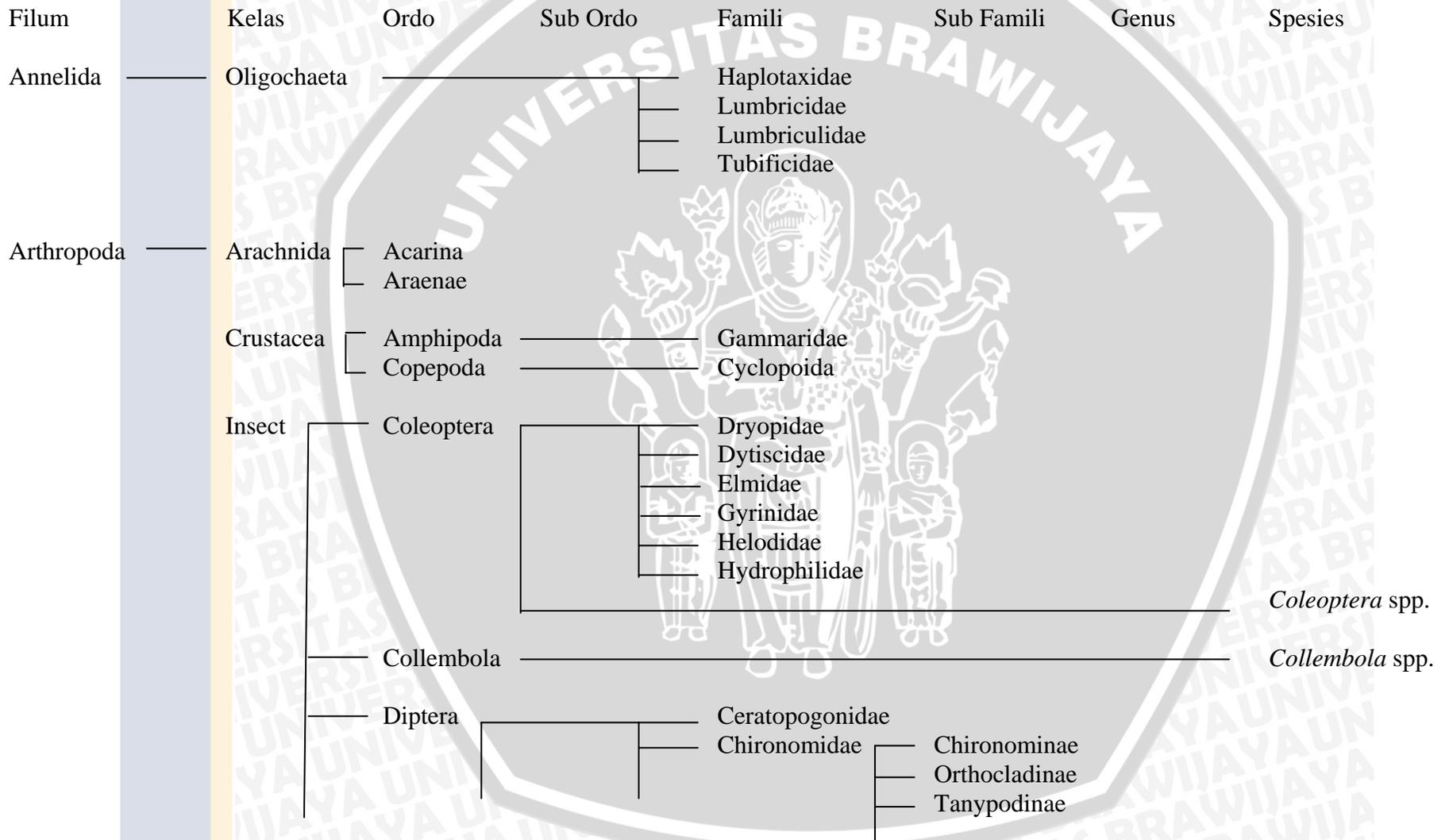
lanjutan Lampiran 3.

38	Hydr	daeL	-----21--113	110101
54	Perl	odae	--1-----3--52-	110101
24	Elmi	daeL	---1--221-1-5531	110111
2	Ancy	ldae	-----43	1110
8	Chir	thum	-----32	1110
14	Culi	cdae	-----31	1110
15	Cycl	oida	-----1-	1110
19	Duge	sdae	-----1	1110
23	Elmi	daeA	-----43--	1110
25	Ephy	daeL	-----11	1110
28	Glac	idae	-----21	1110
29	Glos	sdae	-----41--	1110
32	Gyri	daeL	-----1--	1110
37	Hydr	daeA	-----2--	1110
57	Poly	cdae	-----2--	1110
61	Taba	ndae	-----421-	1110
62	Tani	pdae	-----1--	1110
66	Veli	idae	-----1-	1110
6	Cera	tdae	-----1--1-1152	1111

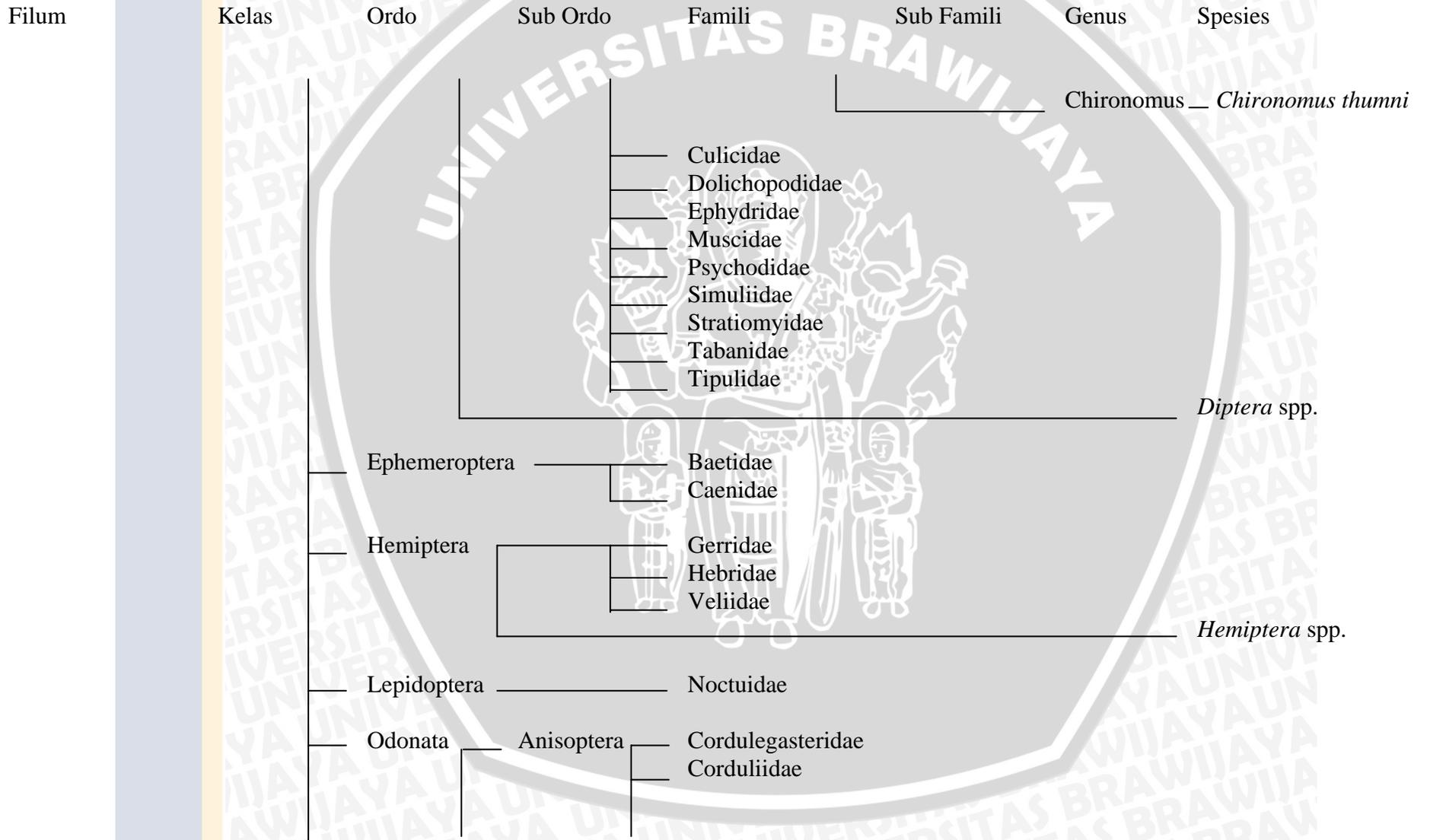
0000000000001111  
000000001111  
00011111  
00011



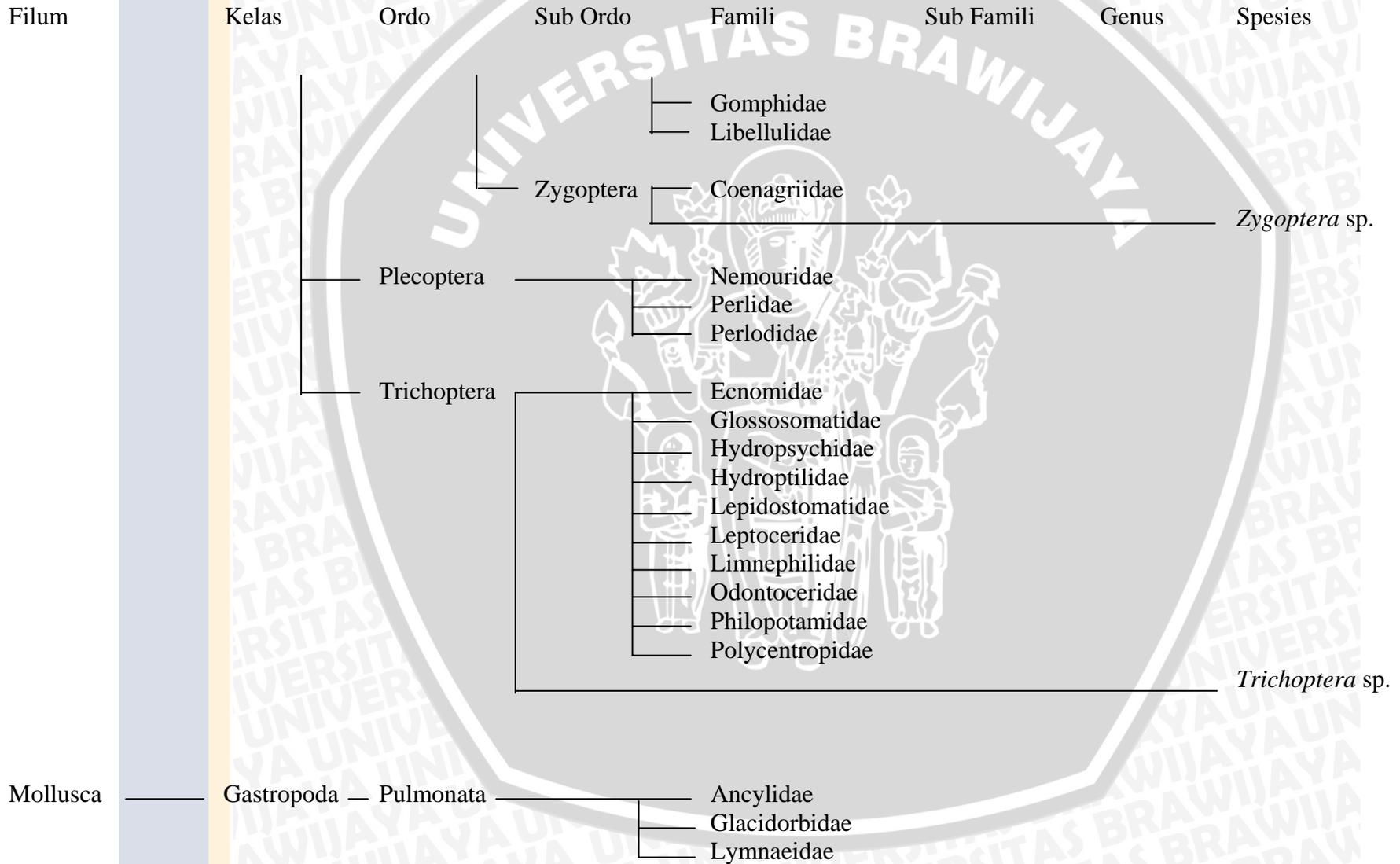
Lampiran 4. Klasifikasi Makrozoobenthos



lanjutan Lampiran 4.



lanjutan Lampiran 4.



lanjutan Lampiran 4.

Filum                      Kelas                      Ordo                      Sub Ordo                      Famili                      Sub Famili                      Genus                      Spesies

Platyhelminthes                      ┌ Planariidae  
  └ Dugesiiidae

