



**PENENTUAN STATUS MUTU AIR HULU SUNGAI
BEDADUNG KABUPATEN JEMBER DENGAN
MENGUNAKAN MAKROINVERTEBRATA
BENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR**

SKRIPSI

Oleh

**Muhammad Choirul Badri
151810401039**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**PENENTUAN STATUS MUTU AIR HULU SUNGAI
BEDADUNG KABUPATEN JEMBER DENGAN
MENGUNAKAN MAKROINVERTEBRATA
BENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Biologi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Muhammad Choirul Badri
151810401039**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, karya tulis ilmiah ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Zaenab, Ayahanda M. Rifai, serta seluruh keluarga yang telah memberikan do'a, kasih sayang, dan dukungannya.
2. Alm. Bapak KH. Mukhlis Amin yang telah memberikan do'a, dukungan dan semangat untuk menuntut ilmu.
3. Guru-guru TK Aisyiyah krian, SD Muhammadiyah 1 Krian, SMPN 1 Krian, MAN 4 Jombang, dan PonPes Mamba'ul Ma'arif Jomabng.
4. Dosen-dosen dan almamaterku Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTO

Maka ingatlah kepada-Ku, Aku pun akan ingat kepadamu. Bersyukurlah kepada-Ku dan janganlah kamu ingkar kepada-Ku.
(terjemahan Q.S Al Baqarah: 152)^{*)}

Mereka menjawab, “Mahasuci Engkau, tidak ada yang kami ketahui selain apa yang telah Engkau ajarkan kepada kami. Sungguh, Engkaulah Yang Maha Mengetahui, Mahabijaksana.
(terjemahan Q.S Al Baqarah: 32)^{*)}

^{*)} Kementerian Agama Republik Indonesia. 2017. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Jakarta: KEMENAG

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Choirul badri

NIM : 151810401039

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Status Mutu Air Hulu Sungai Bedadung Kabupaten Jember dengan Menggunakan Makroinvertebrata Bentos sebagai Bioindikator” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Karya ilmiah ini merupakan bagian dari KeRis K-BIOTROP

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat saksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Januari 2020

Yang menyatakan

Muhammad Choirul Badri
NIM 151810401039

SKRIPSI

**PENENTUAN STATUS MUTU AIR HULU SUNGAI
BEDADUNG KABUPATEN JEMBER DENGAN
MENGUNAKAN MAKROINVERTEBRATA
BENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR**

Oleh

**Muhammad Choirul Badri
151810401039**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Retno Wimbaningrum, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Rendy Setiawan, S.Si., M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Status Mutu Air Hulu Sungai Bedadung Kabupaten Jember dengan Menggunakan Makroinvertebrata Bentos sebagai Bioindikator” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji:

Ketua

Anggota I

Dr. Retno Wimbaningrum, M.Si.
NIP. 196605171993022001

Rendy Setiawan, S.Si., M.Si.
NIP. 198806272015041001

Anggota II

Anggota III

Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196501081990032002

Arif Mohammad Siddiq, S.Si., M.Si.
NIP. 760018007

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Ahmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D
NIP. 195910091986021001

RINGKASAN

Penentuan Status Mutu Air Hulu Sungai Bedadung Kabupaten Jember dengan Menggunakan Makroinvertebrata Bentos sebagai Bioindikator

Muhammad Choirul Badri, 151810401039; 2020; 52 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Sungai Bedadung merupakan sungai yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat Kabupaten Jember. Sungai ini memiliki hulu yang terletak di Pegunungan Iyang. Air S. Bedadung dimanfaatkan oleh masyarakat untuk irigasi, mandi, cuci, dan kakus (MCK). Badan S. Bedadung juga digunakan sebagai tempat pembuangan limbah. Berbagai macam bahan pencemar yang terkandung di dalam limbah domestik, industri, serta aliran air permukaan yang berasal dari lahan pertanian berkontribusi terhadap penurunan status mutu air sungai. Status mutu air sungai dapat diukur menggunakan parameter biologi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi famili makroinvertebrata bentos di hulu S. Bedadung; menentukan status mutu air hulu S. Bedadung berdasarkan nilai *Family Biotic Index* (FBI) yang ditentukan berdasarkan data komunitas makroinvertebrata bentos.

Pengambilan sampel dilakukan di hulu Sungai Bedadung, Desa Sucopangepok, Kecamatan Jelbuk, Kabupaten Jember. Data parameter fisika-kimia serta koleksi makroinvertebrata bentos dilakukan di empat stasiun penelitian dengan pembagian stasiun berdasarkan penggunaan lahan yaitu hutan, perkebunan, persawahan, pemukiman. Sampel makroinvertebrata yang telah diperoleh akan diidentifikasi, ditentukan jumlah individu setiap famili, kemudian dianalisis menggunakan indeks FBI untuk mengetahui status mutu air hulu S. Bedadung. Data parameter fisika-kimia yang didapat dari seluruh stasiun penelitian dimasukkan ke dalam tabel. Data masing-masing parameter kemudian ditentukan nilai rata-rata dan rentangannya yaitu nilai terendah dan tertinggi. Hasil analisis data parameter fisika-kimia air dapat menggambarkan kondisi fisika-kimia air hulu S. Bedadung.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Komposisi famili makroinvertebrata bentos di hulu S. Bedadung terdiri atas 4 kelas, 12 ordo dan 28 famili dengan jumlah total individu 4489. Status mutu air hulu S. Bedadung berdasarkan *Family Biotic Index* (FBI) termasuk kategori baik. Hal ini diunjukkan dengan niali FBI sebesar 4,35. Nilai tersebut dipengaruhi oleh nilai toleransi dan jumlah individu setiap famili, serta jumlah individu keseluruhan. Hulu S. Bedadung cenderung banyak ditempati oleh famili makroinvertebrata bentos bertoleransi sedang dengan famili sensitif juga masih dapat ditemukan hidup di ekosistem lotik ini. Keberadaan famili sensitif dengan jumlah taksa yang relatif banyak dibandingkan famili toleran memperkuat bahwa kualitas air hulu S. Bedadung adalah baik.

Kesimpulan penelitian ini adalah terdapat 28 famili makroinvertebrata bentos di hulu S. Bedadung dengan total individu 4489. Famili yang memiliki jumlah individu terbanyak adalah Hydropsychidae dan famili yang memiliki jumlah individu paling sedikit adalah Leptophlebiidae, Libellulidae, Psepheniidae, dan Lymnaeidae. status mutu air hulu S. Bedadung berdasarkan nilai *Family Biotic Index* (FBI) termasuk kategori baik dengan niali FBI sebesar 4,35 (*Some organic pollution probable*).

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Penentuan Status Mutu Air Hulu Sungai Bedadung Kabupaten Jember dengan Menggunakan Makroinvertebrata Bentos sebagai Bioindikator**” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata satu (S1) pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Dr. Retno Wimbaningrum, M.Si. selaku dosen pembimbing utama dan Rendy Setiawan, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota yang dengan penuh kesabaran memberikan pengarahan, bimbingan, dan saran dalam penulisan skripsi ini;
2. Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc., Ph.D. dan Arif Mohammad Siddiq, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
3. Rendy setiawan, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan S1;
4. Bapak/ibu Dosen serta seluruh staf di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang membantu selama masa perkuliahan hingga selesainya penulisan skripsi ini;
5. BIDIKMISI yang telah memberikan beasiswa studi S1, sehingga penulis dapat meraih gelar sarjana dan KeRis ekologi yang telah mendanai penelitian ini;
6. Rekan-rekan tim penelitian KerRis K-BIOTROP dan ICCTF serta pihak yang membantu di lapang (Kharisson, Agung, Vega, Laila, Vya, Mas Farid, Mbak Tandia, Dinasty, Budi, Alfiah, Revika, Ramdhan, Mbak Indri, Verninda, haikal);

7. Seluruh keluarga besar PALAPA FMIPA Universitas Jember yang selalu memberikan bantuan dan semangat;
8. Seluruh rekan-rekan angkatan 2015 “BIOGENESIS” yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang selalu memberikan bantuan dan semangat;
9. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis disebutkan satu persatu yang telah mendoakan, membimbing, dan memberi dorongan selama masa perkuliahan dan penulisan skripsi.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 23 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ekosistem Sungai	5
2.1.1 Definisi dan Karakteristik Hulu Sungai.....	5
2.1.2 Karakteristik Fisika-Kimia Air Sungai.....	7
2.1.3 Sungai Bedadung Kabupaten Jember.....	9
2.2 Penentuan Status Mutu Air Sungai berdasarkan	
Bioindikator Makroinvertebrata Bentos	10
2.2.1 Makroinvertebrata Bentos.....	10

2.2.2 Makroinvertebrata Bentos sebagai Bioindikator	
Penilai Status Mutu Air Sungai.....	13
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	16
3.2 Prosedur penelitian	16
3.2.1 Penentuan Stasiun Penelitian	17
3.2.2 Pengambilan Sampel Makroinvertebrata Bentos	17
3.2.3 Pengukuran Parameter Fisika-Kimia Air Hulu	
Sungai Bedadung	18
3.2.4 Pencatatan Karakteristik Morfologi dan	
Identifikasi Sampel	20
3.3 Analisis Data.....	20
3.3.1 Penentuan Komposisi Famili Makroinvertebrata	
Bentos Hulu S. Bedadung	20
3.3.2 Penentuan Jumlah Individu Setiap Famili	
Makroinvertebrata Bentos.....	20
3.3.3 Penentuan Status Mutu Air Hulu S. Bedadung	
berdasarkan FBI	21
3.3.4 Analisis Data Parameter Fisika-Kimia	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Komposisi Famili Makroinvertebrata Bentos di Hulu	
Sungai Bedadung	23
4.2 Mutu Air Hulu Sungai Bedadung Berdasarkan	
Family Biotic Index (FBI)	27
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
5.1 Kesimpulan.....	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

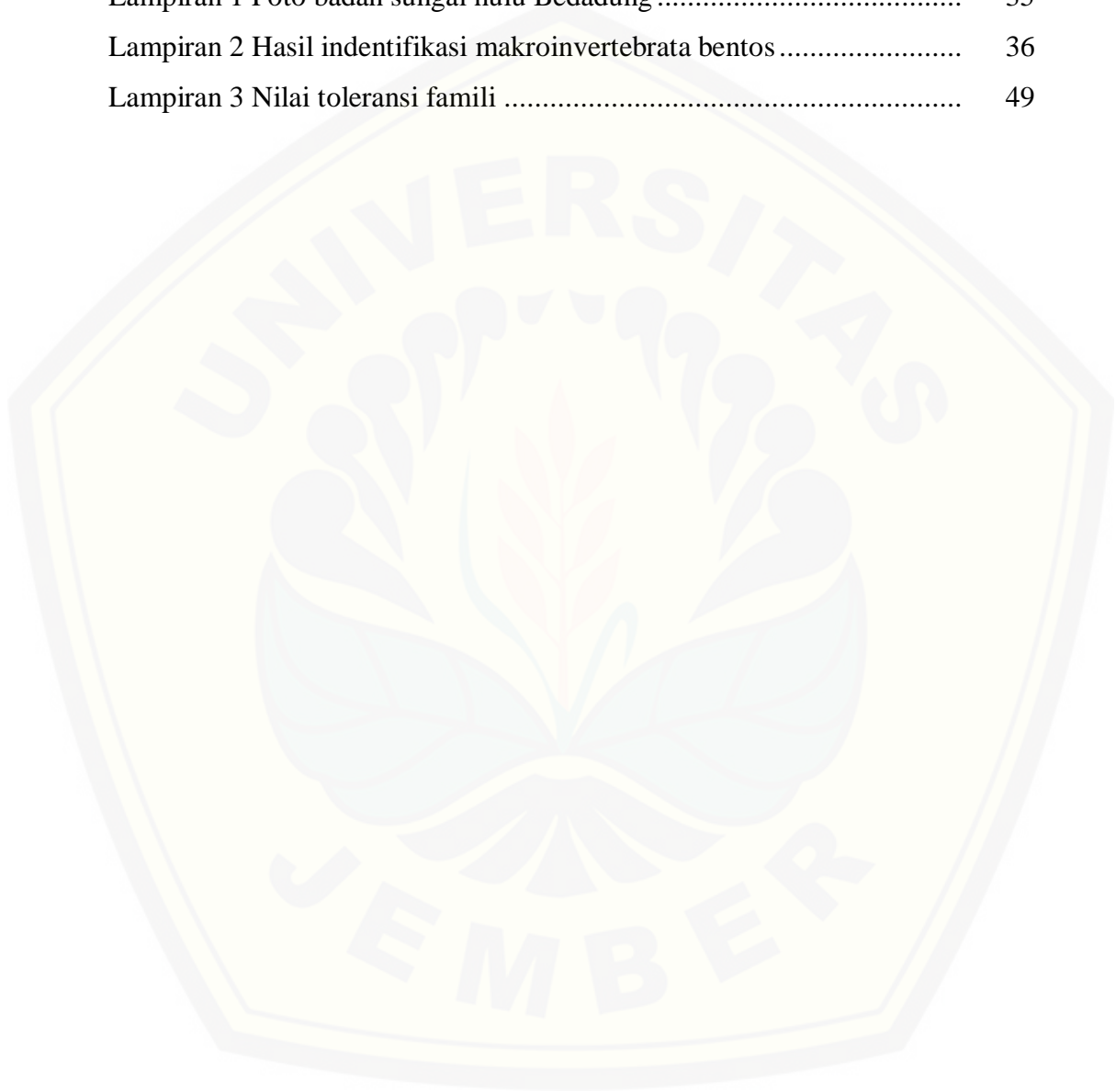
	Halaman
3.1 Dusun, posisi kooordinat, panjang stasiun penelitian, dan jenis substrat di stasiun penelitian	18
3.2 Status mutu air berdasarkan Family Biotic Index.....	21
4.1 Komposisi famili, nilai toleransi dan jumlah individu relative (%) makroinvertebrata bentos di hulu S. Bedadung	26
4.2 Nilai kisaran dan rata-rata parameter fisika-kimia hulu S. Bedadung	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tiga zona ekosistem sungai.....	5
2.2 Zonasi sungai berdasarkan river continuum concept.....	5
2.3 Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Bedadung.....	10
3.1 Peta lokasi penelitian.....	16
3.2 Skema lokasi stasiun penelitian berdasarkan perbedaan tipe Penggunaan lahan	17

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Foto badan sungai hulu Bedadung	35
Lampiran 2 Hasil indentifikasi makroinvertebrata bentos	36
Lampiran 3 Nilai toleransi famili	49



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan dasar dari makhluk hidup. Manusia memanfaatkan air untuk memenuhi kebutuhannya, seperti untuk air minum, mandi, mencuci, irigasi, dan lain-lain. Kebutuhan air dapat diperoleh dari sumber air dan salah satunya adalah sungai. Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 38 Tahun 2011 tentang Sungai, “sungai merupakan alur atau wadah air baik alami ataupun buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara dengan dibatasi garis sempadan di sebelah kanan dan kirinya”. Salah satu sungai yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat adalah Sungai (S) Bedadung yang berada di Kabupaten Jember.

Sungai Bedadung memiliki hulu yang terletak di Pegunungan Iyang. Air S. Bedadung dimanfaatkan oleh masyarakat untuk irigasi, mandi, cuci, dan kakus (MCK). Badan S. Bedadung juga digunakan sebagai tempat pembuangan limbah (Munandar dan Eurika, 2016). Berbagai macam bahan pencemar yang terkandung di dalam limbah domestik, industri, serta aliran air permukaan yang berasal dari lahan pertanian berkontribusi terhadap penurunan mutu air sungai.

Mutu air sungai sebagai salah satu sumber air didefinisikan sebagai “...kondisi kualitas air yang diukur dan/atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metoda tertentu...” (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 1 Tahun 2010). Kondisi mutu air sungai dapat diketahui dari status mutu airnya yang didefinisikan sebagai “tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air atau kelas air yang ditetapkan” (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 1 Tahun 2010). Mutu air di beberapa sungai di Indonesia menunjukkan status tercemar.

Beberapa sungai di Indonesia yang berstatus tercemar adalah S. Ciliwung, S. Brantas, S. Cisadane dan S. Bedadung. Sungai Ciliwung berstatus tercemar sedang hingga berat (Bahri dan Priadie, 2007), bagian hulu S. Brantas berstatus

tercemar limbah domestik sedang hingga berat (Retnaningdyah dan Arisoesilaningsih, 2014), S. Cisadane berstatus tercemar sedang hingga buruk (Purwati, 2015) dan bagian tengah S. Bedadung berstatus tercemar ringan (Ambakrumi dkk., 2013). Status mutu air sungai dapat ditentukan berdasarkan parameter fisika, kimia, dan biologi.

Parameter fisika dan kimia dapat memberikan informasi status mutu air secara akurat hanya pada saat pengukuran saja. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi padatan terlarut dan tersuspensi di perairan sungai berfluktuasi secara cepat. Upaya untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah dengan meningkatkan interval pengukuran yang berakibat biaya yang dibutuhkan semakin banyak. Upaya lain yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan parameter biologi.

Penentuan status mutu air sungai secara biologi umumnya menggunakan bentos dan kelompok bentos yang sering digunakan adalah makroinvertebrata (Ronsenberg *and* Resh, 1993). Keberadaan bentos di sungai dapat menggambarkan status mutu air sungai tersebut karena komunitas bentos dapat merespon dengan toleransi yang kisarannya bervariasi terhadap kondisi lingkungan (Abel, 1989). Makroinvertebrata bentos merupakan organisme yang seluruh atau sebagian siklus hidupnya menempati substrat dasar perairan sebagai habitatnya. Kelompok hewan bentos ini banyak digunakan untuk penentuan status mutu air sungai karena keunggulan-keunggulannya yang antara lain adalah jenisnya beragam, rentang hidup lama, menetap, dan dapat bereaksi terhadap kondisi lingkungan dengan respon yang bervariasi terhadap kondisi lingkungan hidupnya (Rosenberg dan Resh, 1993; Li *et al.*, 2010). Penentuan status mutu air sungai secara biologi dengan menggunakan kelompok hewan bentos ini didasarkan atas nilai indeks biotiknya.

Family Biotic Index (FBI) merupakan salah satu indeks biotik yang digunakan untuk menentukan status mutu air sungai. Indeks FBI mengklasifikasikan status mutu air sungai menjadi tujuh kategori. Selain itu, berdasarkan nilai indeks FBI dapat diketahui tingkat pencemaran air sungai oleh senyawa organik secara kualitatif tanpa perlu melakukan pengukuran kandungan

senyawa organik air sungai (Mandavile, 2002). Status mutu air S. Bedadung pernah ditentukan berdasarkan nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') (Ambarukmi dkk., 2013; Nurjanah dkk., 2016) namun belum pernah ditentukan berdasarkan nilai indeks *Family Biotic Index* (FBI). Berdasarkan uraian tersebut maka akan dilakukan penelitian tentang penentuan status mutu air hulu S. Bedadung berdasarkan indeks FBI.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimanakah komposisi famili makroinvertebrata bentos di hulu S. Bedadung?
2. Bagaimanakah status mutu air hulu S. Bedadung berdasarkan nilai *Family Biotic Index* (FBI) yang ditentukan berdasarkan data komunitas makroinvertebrata bentos?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. menentukan komposisi famili makroinvertebrata bentos di hulu S. Bedadung;
2. menentukan status mutu air hulu S. Bedadung berdasarkan nilai *Family Biotic Index* (FBI) yang ditentukan berdasarkan data komunitas makroinvertebrata bentos.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi:

1. Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, yaitu penambahan data tentang status mutu air sungai yang ditentukan berdasarkan indeks FBI dan komposisi famili makroinvertebrata bentos di hulu sungai yang dapat digunakan sebagai referensi ilmiah;

2. Instansi yang berwenang, yaitu menjadi bahan pertimbangan bagi Pemerintah Kabupaten Jember dalam mengelola S. Bedadung sebagai salah satu sumber daya air;
3. Masyarakat sekitar hulu S. Bedadung, yaitu informasi tentang mutu air hulu S. Bedadung yang tergolong baik sehingga tetap dapat dimanfaatkan untuk menunjang aktivitas sehari-hari.



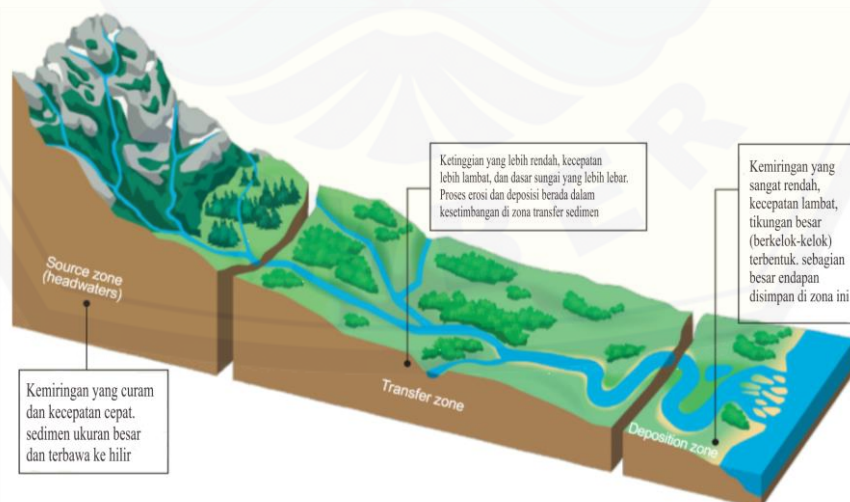
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Sungai

2.1.1 Definisi dan Karakteristik Hulu Sungai

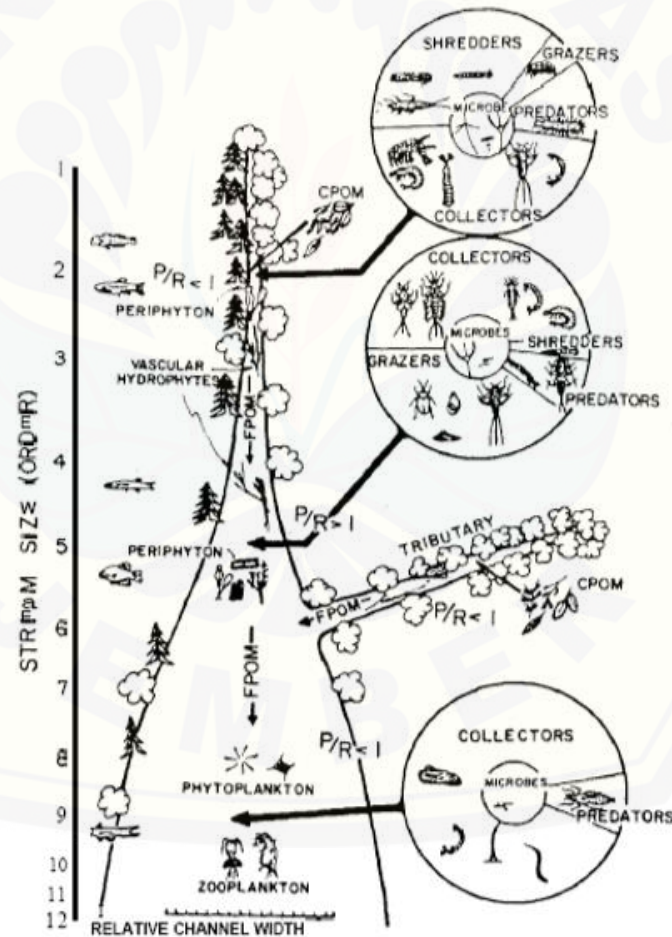
Sungai merupakan ekosistem perairan lotik (Odum, 1998) yang memiliki kecepatan arus air berkisar antara 0,1-1,0 m/detik. Kecepatan arus air sungai dipengaruhi oleh bentang alam, jenis substrat dasar dan curah hujan (Efendi, 2003). Menurut Mihov dan Hristov (2011) sungai dibagi menjadi tiga zona (Gambar 2.1), yaitu:

“Zona sumber (hulu) merupakan zona yang airnya mengalir dari gunung dengan aliran yang miring, cepat, dan menurun, lembah sungai berbentuk V, dapat membentuk air terjun, membawa sedimen berukuran besar ke hilir. Zona transfer merupakan zona yang memiliki ketinggian lebih rendah, kecepatan air lebih lambat, dasar sungai lebih luas dan berkelok-kelok. Sebagian sedimen mengendap diantara zona sumber dan zona transfer, sebagian lagi diteruskan kehilir. Erosi dan deposisi seimbang. Zona pengendapan merupakan zona dengan kemiringan rendah, kecepatan arus lambat, sungai lebih lebar. Sebagian besar sedimen mengendap di zona ini. Biasanya terdapat delta yang terbentuk dari kumpulan sedimen”.



Gambar 2.1 Tiga zona ekosistem sungai (Mihov dan Hristov, 2011)

Air sungai mengalir sepanjang aliran yang berliku-liku dari hulu ke hilir sehingga terbentuk hubungan antara organisme akuatik dengan lahan daratan di sekitarnya (Closs dkk., 2004). Hubungan tersebut menghasilkan suatu konsep yaitu *River Continuum Concept* (RCC) yang menjelaskan tentang gradien kondisi fisik dari hulu sampai hilir. Kondisi fisiknya meliputi lebar sungai, kedalaman, kecepatan aliran dan volume air sungai, serta entropi yang nilainya akan bertambah dari hulu ke hilir. *River Continuum Concept* menjelaskan bahwa gradien fisik mengatur proses biotik sungai. Menurut RCC sungai dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan ukuran aliran, yaitu hulu (sungai ordo 1-3), tengah (sungai ordo 4-6) dan hilir (sungai ordo >6) (Gambar 2.2) (Vannote dkk., 1980).



Gambar 2.2 Zonasi sungai berdasarkan *river continuum concept* (Vannote dkk., 1980)

Hulu merupakan bagian sungai yang salurannya sempit dan terdapat banyak vegetasi riparian. Vegetasi riparian mengurangi produktivitas organisme autotrofik sungai dengan cara menghalangi penetrasi cahaya dan menyumbang bahan organik dari bagian vegetasi riparian yang jatuh ke sungai, seperti daun dan kayu (Vannonate dkk., 1980). Hal tersebut menyebabkan hulu sungai memiliki perbandingan produksi (P) dan respirasi (R) kurang dari 1 ($P/R < 1$) (Gambar 2.2). Kayu dan daun yang jatuh ke sungai merupakan detritus yang tergolong *Coarse Particulate Organic Matter* (CPOM). Makroinvertebrata bentos pemakan CPOM disebut *shredders*. *Shredders* memiliki rahang kuat yang memungkinkannya dapat menghancurkan CPOM menjadi detritus yang berukuran lebih kecil yang disebut *Fine Particulate Organic Matter* (FPOM) (Closs dkk., 2004). Di hulu sungai, CPOM ditemukan dalam jumlah yang banyak sehingga bagian sungai ini didominasi oleh *shredders*. Sejumlah kecil *grazer* (pemakan mikroalga), *collector* (penyaring air) dan predator juga ditemukan di hulu (Vannonate dkk., 1980).

2.1.2 Karakteristik Fisika-Kimia Air Sungai

Air sungai mengandung materi yang terlarut dan tersuspensi (Diersing, 2009). Materi tersebut dapat berasal dari proses alam maupun aktivitas antropogenik. Kadar dan jenis materi yang terlarut maupun tersuspensi di dalam air sungai bersifat dinamis atau selalu berubah karena air sungai selalu mengalir ke bagian yang lebih rendah. Materi-materi yang terdapat di dalam air sungai saling berhubungan satu sama lain.

a. Materi Terlarut dalam Air Sungai

Materi terlarut di dalam air sungai merupakan komponen yang nilainya dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan aktivitas antropogenik. Nilai materi terlarut berdampak serius pada mutu air sungai jika konsentrasinya tinggi. Hal ini karena materi terlarut dengan konsentrasi tinggi dapat meningkatkan kekeruhan air sungai yang berakibat penetrasi cahaya matahari terhalang masuk ke perairan sehingga mengganggu proses fotosintesis organisme autotroph sungai dan pada akhirnya menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO) (Efendi, 2003; Mihov dan Hristov, 2011).

b. Oksigen Terlarut (DO) dalam Air Sungai

Oksigen terlarut merupakan komponen penting dalam air sungai karena materi ini dibutuhkan oleh organisme akuatik. Oksigen terlarut air sungai dapat berasal dari atmosfer atau hasil fotosintesis organisme autotrof sungai. Kandungan DO air sungai dipengaruhi oleh suhu dan materi organik dengan sifat hubungan berlawanan arah yaitu semakin tinggi suhu dan materi organik maka semakin rendah kadar DO (Wimbaningrum, 2016). Organisme akuatik dapat hidup dengan baik di dalam sungai yang airnya mengandung DO dengan kadar lebih besar dari 5 mg/L (Efendi, 2003; Mihov dan Hristov, 2011).

c. Temperatur Air Sungai

Temperatur air sungai ditentukan oleh tiga faktor, yaitu suhu udara, suhu bumi, dan sinar matahari. Efendi (2003) menjelaskan bahwa setiap kenaikan temperatur sebesar 10 °C akan menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik dua sampai tiga kali lipat. Temperatur air sungai merupakan faktor yang mempengaruhi kadar DO air sungai. Peningkatan temperatur air sungai menyebabkan penurunan DO air sungai. Banyak organisme akuatik memiliki toleransi rendah terhadap perubahan temperature air sungai (Effendi, 2003; Mihov dan Hristov, 2011).

d. Derajat Keasaman (pH) Air Sungai

Derajat keasaman (pH) air sungai dipengaruhi oleh materi yang terkandung dalam air sungai dan air hujan. Jika udara mengandung konsentrasi ion sulfat atau klorida yang tinggi maka air hujan menjadi asam yang menyebabkan pH air sungai mengalami penurunan. Organisme akuatik mampu beradaptasi terhadap air sungai yang pHnya berkisar antara lima sampai sembilan. Nilai pH air sungai yang kurang dari lima atau lebih dari sembilan akan mengganggu proses reproduksi, pertukaran ion dan kelangsungan hidup organisme akuatik (Mihov dan Hristov, 2011).

e. Konduktivitas Air Sungai

Konduktivitas merupakan gambaran numerik dari kemampuan air untuk menghantarkan listrik. Nilai konduktivitas dipengaruhi oleh garam terlarut dan

ion-ion terlarut. Nilai konduktivitas juga terkait dengan nilai TDS hal ini dikarenakan TDS juga terdiri dari ion-ion terlarut (Effendi, 2003).

f. Kekeruhan dan Kecerahan Air Sungai

Kecerahan air merupakan ukuran transparansi air secara visual menggunakan *sechi disk*. Kecerahan air bergantung pada kekeruhan. Kekeruhan merupakan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di perairan tersebut. Nilai kekeruhan dipengaruhi oleh bahan organik maupun anorganik yang tersuspensi dan terlarut. Nilai kekeruhan yang tinggi dapat mengganggu pernafasan dari biota akuatik dan menghalangi penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan sehingga mengganggu proses fotosintesis organisme autotroph sungai dan pada akhirnya menyebabkan penurunan kadar DO (Effendi, 2003).

2.1.3 Sungai Bedadung Kabupaten Jember

Kabupaten Jember memiliki beberapa sungai besar yang menyuplai kebutuhan air untuk irigasi dan baku air minum. Di kabupaten ini terdapat 16 Daerah Aliran Sungai (DAS). Enam belas DAS tersebut meliputi DAS Bedadung, Antirogo, Arjasa, Kemuning, Rembangan, Jompo, Polo, Cemondong, Petung, Bangsalsari, Dinoyo, Bedadung Hilir, Pasirian, Jatiroto, Sumber Klopo, dan Tanggul (DLH Kab. Jember, 2017). Sungai Bedadung merupakan salah satu sungai besar penyusun DAS Bedadung. Sungai ini merupakan sungai terbesar di Kabupaten Jember (Gambar 2.4) dan sering dimanfaatkan oleh masyarakat.

Sungai Bedadung memiliki panjang 46,875 m dan luas daerah pengairan 93,040 ha (Pokja Sanitasi Kabupaten Jember, 2012). Sungai ini memiliki hulu di Pegunungan Iyang dan memiliki hilir di Kecamatan Puger. Sungai dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai tempat mandi, cuci, dan kakus (MCK). Selain itu sungai ini juga dijadikan tempat pembuangan limbah industri maupun domestik (Ambarukmi dkk., 2012).



Gambar 2.3 Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) S. Bedadung (Rizal, 2011)

2.2 Penentuan Status Mutu Air Sungai berdasarkan Bioindikator Makroinvertebrata Bentos

2.2.1 Makroinvertebrata Bentos

Makroinvertebrata bentos merupakan sekelompok hewan tidak bertulang belakang, berukuran > 200 mm (Rosenberg dan Resh, 1993), menghabiskan seluruh atau sebagian siklus hidupnya di dasar ekosistem perairan pada permukaan substrat seperti batu, kerikil, atau pasir atau substrat lain yang stabil seperti pohon tumbang, akar, dan tumbuhan air yang terbenam di dalam air (Hauer dan Resh, 1996; Rosenberg dan Resh, 1993). Di dalam ekosistem sungai, makroinvertebrata bentos ditemukan hidup di dasar sungai yang arusnya deras atau airnya mengalami turbulensi sehingga agar tidak terbawa arus air tubuhnya dilengkapi dengan pengait atau pelindung untuk melekatkan diri pada substrat. Beberapa taksa ditemukan hidup di dasar sungai yang berarus lambat sehingga memungkinkan hewan bentos ini bergerak di atas sedimen yang halus. Beberapa taksa yang lain ditemukan hidup di tumpukan serasah atau di bawah kulit kayu (Hauer dan Resh, 1996).

Pada ekosistem sungai, makroinvertebrata bentos memiliki peranan penting. Kelompok hewan bentos ini berkontribusi dalam proses dekomposisi materi organik dan siklus nutrisi, serta berperan sebagai mangsa dan pemangsa dalam rantai makanan (Vanni, 2002; Moore, 2006). Menurut Hauer dan Resh (1996), makroinvertebrata bentos di dalam rantai makanan ekosistem sungai menjadi penghubung antara sumber materi organik dengan ikan.

Di perairan lotik, kekayaan jenis makroinvertebrata bentos yang telah teridentifikasi adalah lebih dari 100 yang merupakan anggota dari beberapa filum (Ward dan Standford, 1991). Filum tersebut antara lain adalah Artropoda (insekta dan udang), Molusca (gastropoda, limpet, remis dan kerang), Annelida (cacing bersegmen), Nematoda (cacing gilik) dan Platyhelminthes (cacing pipih) (Hauer dan Resh, 1996).

a. Gastropoda

Gastropoda merupakan anggota filum Moluska. Gastropoda memiliki cangkang, mantel, visceral, radula, dan insang (Kastawi, 2005). Makanan Gastropoda berupa perifiton. Kelompok bentos ini banyak ditemukan di perairan di perairan yang memiliki konsentrasi kalsium karbonat yang tinggi karena senyawa ini penting untuk membentuk cangkang (Giller dan Malmqvist, 1998).

b. Bivalvia

Bivalvia merupakan anggota filum Moluska. Bivalvia memiliki umbo, ligamen dan garis pertumbuhan yang menunjukkan umur (Pratiwi, 2004). Makanan Bivalvia berupa partikel tersuspensi berukuran kecil. Bivalvia mendiami sungai-sungai besar dengan substrat pasir kasar atau kerikil dan memiliki kecepatan arus yang tinggi (Giller dan Malmqvist, 1998).

c. Tubellaria

Tubellaria merupakan kelas dari filum Platyhelminthes. Panjang tubuh Tubellaria berkisar antara 5 – 30 mm. Tubellaria merupakan predator, di beberapa perairan lotik hewan bentos ini memangsa larva serangga (Giller dan Malmqvist, 1998). Kelompok hewan ini menyebar secara luas di berbagai perairan tetapi lebih sering ditemukan di perairan terbuka atau di antara akar dan daun tumbuhan air (Rogers dan Throp, 2019).

d. Malacostraca

Malacostraca merupakan kelas terbesar dari filum Crustacea. Kelompok hewan anggota kelas ini umumnya memiliki kepala, pereon, pleon dan urosome. Kepala dan rongga dada menyatu membentuk sefalotoraks, seperti Decapoda (Rogers dan Throp, 2019). Makanan Malacostraca berupa perifiton dan materi organik. Hewan bentos ini umumnya ditemukan di bawah substrat batu pada ekosistem perairan (Giller dan Malmqvist, 1998).

e. Insecta: Ephemeroptera

Larva ordo Ephemeroptera berukuran $\pm 2-32$ mm, memiliki bakal sayap, insang perut berbentuk *plate* yang terletak di sisi lateral abdomen, dan filamen kaudal berjumlah jumlah 2-3 (Hilsenhof, 1975; Bouchard, 2012). Larva ordo ini banyak ditemukan pada sungai berarus deras dan pada bagian sungai yang bervegetasi. Ephemeroptera memiliki kelimpahan tinggi pada ekosistem perairan tawar dengan berbagai variasi substrat serta mampu menunjukkan kualitas perairan (Arimoro dan Muller, 2009).

f. Insecta: Plecoptera

Larva Plecoptera berukuran $\pm 4-6$ mm (Bouchard, 2012). Umumnya Plecoptera memiliki dua filamen kaudal, insang yang bercabang di dekat toraks, dasar tungkai dan dua kuku tarsus (Borror dkk., 1992; Giller dan Malmqvist, 1998). Hewan bentos ini sering ditemukan hidup di bawah batu (Borror dkk., 1992) yang berada pada sungai berair bersih. Kelompok hewan ini bersifat sensitif terhadap air sungai yang terpolusi materi organik dan kadar oksigen yang rendah (Giller dan Malmqvist, 1998).

g. Insecta: Trichoptera

Larva Trichoptera tidak memiliki bakal sayap tetapi memiliki *proleg* pada segmen terminal (Hilsenhoff, 1975). Hewan bentos ini memiliki insang berambut pada ruas abdomen (Borror dkk., 1992). Umumnya larva ordo ini ditemukan melimpah pada substrat berbatu (Borror dkk., 1992) dan di tepi sungai (Holzenthall dkk., 2007).

h. Insecta: Lepidoptera

Lepidoptera memiliki insang berambut pada tubuh (Rogers dan Throp, 2019). Beberapa larva hewan bentos ini membangun sarang berupa jaring di atas batu pada perairan sungai. Sarang tersebut berfungsi untuk mempertahankan diri dari invasi kelompok lain (Giller dan Malmqvist, 1998).

i. Insecta: Coleoptera

Beberapa larva Coleoptera ditemukan hidup di dalam air sungai (Rogers dan Throp, 2019). Larva Coleoptera akuatik ada merupakan predator atau berupa detritivor (Giller dan Malmqvist, 1998). Coleoptera dapat ditemukan di berbagai habitat perairan tawar tetapi lebih melimpah pada perairan lentik dari pada lotik (Throp dan Covich's, 2015).

j. Insecta: Diptera

Anggota Diptera merupakan organisme akuatik yang jumlahnya lebih banyak daripada ordo lainnya. Diptera memiliki peran penting dalam jaring makanan perairan. Diptera terdapat di berbagai habitat dan beberapa taksa sangat toleran. Larva Chironomidae banyak ditemukan di aliran air yang sifatnya permanen. Larva Simulidae merupakan komponen penting ekosistem sungai (Giller dan Malmqvist, 1998).

k. Insecta: Odonata

Nimfa Odonata memiliki insang yang berbentuk seperti daun pada ujung abdomen untuk subordo Zygoptera dan barisan gerigi di dalam rektum untuk subordo Anisoptera. Insang juga berfungsi sebagai alat penggerak (Borror dkk., 1992). Larva ordo ini merupakan predator bagi organisme akuatik berukuran kecil. Hewan bentos anggota ordo ini banyak ditemukan di sungai dengan aliran air lambat (Giller dan Malmqvist, 1998).

2.2.2 Makroinvertebrata Bentos sebagai Bioindikator Penilai Status Mutu Air

Sungai

Penggunaan makroinvertebrata bentos sebagai alat dalam program pemantauan kualitas air sungai telah diterima secara luas di seluruh dunia (Rosenberg dan Resh, 1996). Dalam program tersebut makroinvertebrata bentos

digunakan untuk menggambarkan mutu kesehatan sungai. Variasi sensitifitas taksa anggota makroinvertebrata bentos terhadap perubahan kondisi perairan sungai menjadikan kelompok hewan bentos ini menjadi indikator yang baik terhadap kondisi perairan (Selvanayagam dan Abril, 2016). Dasar lain penggunaan kelompok hewan bentos ini sebagai bioindikator mutu air sungai adalah mobilitasnya rendah, kekayaan jenisnya banyak dengan kelimpahan yang tinggi, respon terhadap perubahan lingkungan bervariasi, kosmopolitan, dan relatif mudah untuk mengoleksinya dengan menggunakan peralatan yang sederhana dan biaya yang relatif murah (Rosenberg dan Resh, 1996). Penentuan status mutu air sungai berdasarkan data makroinvertebrata bentos didasarkan pada indeks biotik. Respon kelompok hewan bentos ini terhadap pencemar organik dan anorganik digunakan untuk mengembangkan indeks biotik (Duran, 2006).

Indeks biotik merupakan representasi secara numerik tentang kondisi komunitas biologi (Abbasi dan Abbasi, 2011). Indeks biotik untuk menentukan status mutu air sungai telah banyak dikembangkan oleh para ahli. Indeks biotik tersebut antara lain adalah Biological Monitoring Working Party (BMWP), *Average Score Per Taxa* (ASPT), *Family Biotic Index* (FBI), *Hilsenhoff Biotic Index* (HBI), indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (H') dan indeks keanekaragaman jenis Simpson (Mandaville, 2002), dan indeks Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT) (Plafkin dkk., 1989).

Penentuan nilai indeks biotik membutuhkan data yang antara lain meliputi kekayaan famili, nilai toleransi setiap famili dan jumlah individu setiap famili. Indeks BMWP membutuhkan data komposisi famili dan nilai toleransi setiap famili. Nilai indeks BMWP ditentukan dengan menjumlahkan nilai toleransi seluruh famili yang ditemukan di sungai yang diteliti. Berdasarkan nilai indeks BMWP, status mutu air sungai diklasifikasikan menjadi lima (sangat bagus, bagus, sedang, buruk dan sangat buruk). Nilai indeks ASPT ditentukan dengan membagi nilai indeks BMWP dengan jumlah famili yang ditemukan. Berdasarkan nilai indeks ASPT, status mutu air sungai diklasifikasikan menjadi empat (*clean water, doubtful quality, probable moderate pollution, probable severe pollution*). Penentuan nilai indeks FBI didasarkan oleh data jumlah famili yang ditemukan,

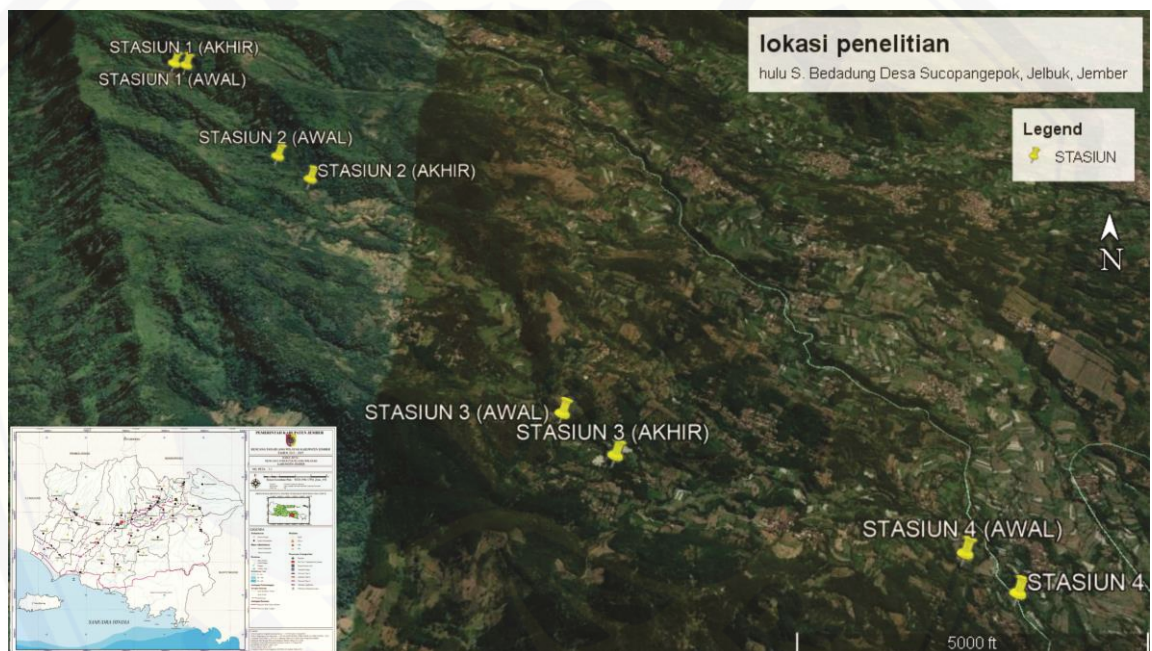
nilai toleransi setiap famili, jumlah individu setiap famili dan jumlah individu seluruh famili (100 individu) yang dimasukkan ke dalam suatu persamaan. Berdasarkan nilai indeks FBI, status mutu air sungai diklasifikasikan menjadi tujuh (*excellent, very good, fair, fairly poor, poor dan very poor*). Selain status mutu air sungai, indeks FBI juga dilengkapi oleh informasi tingkat pencemaran senyawa organik yaitu *organic pollution unlikely, possible slight organic pollution, some organic pollution probable, fairly substantial pollution likely, substantial pollution likely, very substantial pollution likely, severe organic pollution likely* (Mandaville, 2002).

Indeks biotik lain yang membutuhkan data taksa genus atau spesies makroinvertebrata bentos adalah *Hilsenhoff Biotic Index* (HBI), indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (H') dan indeks keanekaragaman jenis Simpson. Nilai indeks HBI ditentukan berdasarkan data jumlah genus atau spesies, jumlah individu setiap genus atau spesies, jumlah individu seluruh genus atau spesies (100) dan nilai toleransi setiap genus atau spesies. Status mutu air sungai berdasarkan nilai indeks HBI digolongkan menjadi tujuh (*excellent, very good, fair, fairly poor, poor dan very poor*) yang juga disertai informasi tentang potensi tercemar senyawa organik yaitu *no apparent organic pollution, possible slight organic pollution, some organic pollution, fairly significant organic pollution, significant organic pollution, very significant organic pollution, Severe organic pollution*. Indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (H') membutuhkan data proporsi individu. Nilai proporsi didapatkan dari perbandingan antara jumlah individu setiap genus atau jenis dengan jumlah individu keseluruhan yang didapatkan. Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (H'), status mutu air sungai diklasifikasikan menjadi tiga yaitu belum tercemar, tercemar ringan, dan tercemar sedang. indeks keanekaragaman jenis Simpson membutuhkan data proporsi individu. Nilai proporsi didapatkan dari perbandingan antara jumlah individu setiap genus atau jenis dengan jumlah individu keseluruhan yang didapatkan. Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman jenis Simpson, status mutu air sungai diklasifikasikan menjadi tiga yaitu tercemar ringan, tercemar sedang, tercemar berat (Mandaville, 2002).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2019 - Januari 2020. Pengambilan sampel dilakukan di hulu Sungai Bedadung, Desa Sucopangepok, Kecamatan Jelbuk, Kabupaten Jember (Gambar 3.1). Identifikasi sampel, penentuan jumlah individu sampel dan analisis data dilakukan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Jember.



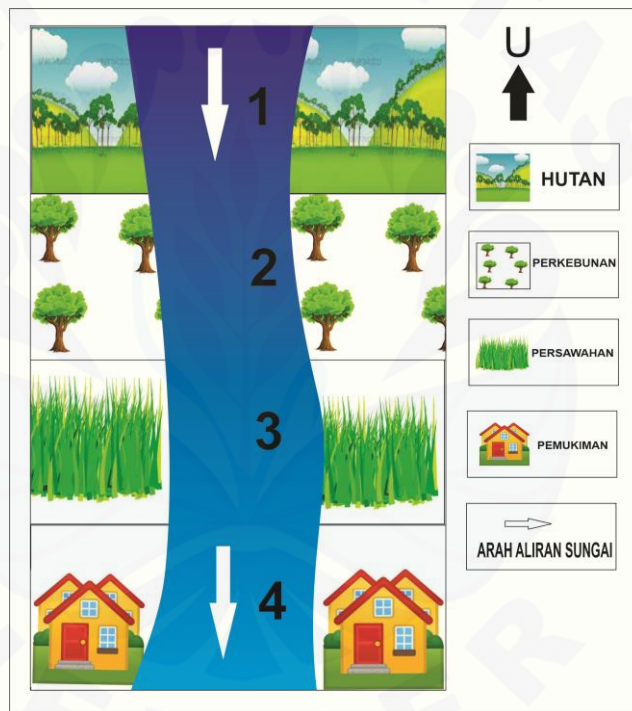
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian (Pemerintah Kabupaten Jember, 2015)

3.2 Prosedur Penelitian

Spesimen makroinvertebrata bentos dan data parameter fisika-kimia air langsung dikoleksi dan diukur di lokasi penelitian. Deskripsi morfologi dan identifikasi spesimen makroinvertebrata bentos dilakukan di laboratorium. Adapun tahap-tahap penelitian adalah sebagai berikut.

3.2.1 Penentuan Stasiun Penelitian

Data parameter fisika-kimia serta koleksi makroinvertebrata bentos dilakukan di empat stasiun penelitian. Penentuan lokasi stasiun penelitian berdasarkan perbedaan tipe penggunaan lahan di sekitar sungai dalam satu aliran sungai. Stasiun 1 berada di area hutan, stasiun 2 berada di area perkebunan, stasiun 3 berada di area persawahan, dan stasiun 4 berada di area pemukiman (Gambar 3.2). Masing-masing stasiun penelitian dibagi menjadi empat substasiun. Posisi koordinat masing-masing stasiun penelitian ditentukan dengan menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS) Garmin 64s (Tabel 3.1).



Gambar 3.2 Skema lokasi stasiun penelitian berdasarkan perbedaan tipe penggunaan lahan

3.2.2 Pengambilan Sampel Makroinvertebrata Bentos

Makroinvertebrata bentos diambil menggunakan jala surber yang tersusun atas dua pasang bingkai besi berukuran panjang dan lebar masing-masing adalah 40 cm dan 25 cm. Satu bingkai dipasang kain jala dengan mata jala berukuran 0.5 mm². Alat ini diletakkan di dasar sungai dengan posisi bingkai tanpa kain jala berada di permukaan dasar sungai dan bingkai yang terpasang kain jala

ditegakkan secara vertikal dengan bagian yang terbuka menghadap arah datangnya air sungai. Substrat dasar berupa campuran pasir dengan kerikil yang terdapat di dalam bingkai yang berada di permukaan dasar sungai diaduk dengan tangan sehingga materi yang teraduk masuk ke dalam kain jala. Sementara itu, jika substrat dasar berupa batu besar yang tidak dapat dipindahkan maka permukaannya disikat menggunakan sikat gigi sehingga materi yang tersikat masuk ke dalam kain jala. Materi-materi di dalam jala dituang ke nampan plastik dan jika ditemukan makroinvertebrata bentos diantara materi-materi lain maka spesimen ini diambil dengan menggunakan pinset, pipet tetes atau kuas gambar. Spesimen makroinvertebrata bentos dimasukkan ke dalam botol plastik yang telah diberi alkohol 70% dan botol diberi label yang berisi nomer stasiun dan substasiun. Pada setiap substasiun dilakukan pengambilan sampel sebanyak sembilan kali.

Tabel 3.1 Dusun, posisi kooordinat, panjang stasiun penelitian, dan jenis substrat di stasiun penelitian

Stasiun	Lokasi Stasiun	Koordinat	Panjang Stasiun (m)	Jenis Substrat
1	Dusun Pakel	8°1'50.10"LS 113°42'22.38"BT- 8°1'49.56"LS 113°42'24.36"BT	68,28	Substrat berbatu
2	Dusun Pakel	8°2'9.66"LS 113°42'45.36"BT- 8°2'14.58"LS 113°42'52.20"BT	324,43	Substrat berbatu dan berpasir
3	Dusun Krajan Barat	8°3'4.02"LS 113°43'40.02"BT- 8°3'11.58"LS 113°43'48.24"BT	350,25	Substrat berbatu dan berpasir
4	Dusun Guyuran Timur	8°3'26.28"LS 113°44'39.12"BT- 8°3'32.40"LS 113°44'45.06"BT	258,27	Substrat berbatu, berpasir, dan berlumpur

3.2.3 Pengukuran Parameter Fisika-Kimia Air Hulu Sungai Bedadung

Data parameter fisika-kimia diukur langsung di lokasi penelitian. Data ini menjadi data pendukung yang menggambarkan kondisi lingkungan abiotik hulu S. Bedadung. Parameter fisika-kimia air sungai yang diukur meliputi lebar, kedalaman, dan kecepatan arus sungai, kecerahan, turbiditas, konduktivitas, suhu, padatan terlarut (*Total Dissolved Solid*, TDS), pH, dan oksigen terlarut (*Dissolved*

Oxygen, DO). Lebar sungai diukur dengan menggunakan tali raffia dengan cara membentangkan tali tersebut dari tepi sungai di sisi kanan sampai tepi sungai di sisi kiri, kemudian panjang tali raffia diukur dengan menggunakan pita ukur dan hasil pengukuran menjadi data lebar sungai. Kedalaman sungai diukur dengan menggunakan tongkat. Tongkat tersebut dimasukkan ke dalam sungai sampai mencapai dasar sungai. Bagian tongkat yang menyentuh permukaan sungai ditandai, selanjutnya bagian tongkat yang terendam sampai bagian yang menyentuh permukaan diukur dengan pita ukur untuk menentukan kedalaman sungai. Data kecepatan arus air sungai diperoleh dengan cara membagi jarak dan waktu tempuh bola pingpong (m/s). Kecepatan arus air sungai diukur dengan cara menghanyutkan bola pingpong sejauh 1 m dan waktu tempuh bola pingpong tersebut dicatat menggunakan *stopwatch*. Kecerahan diukur menggunakan keping *secchi* yang ditenggelamkan dengan sisi putih berada di atas sampai keping tidak tampak, kemudian dicatat jarak antara permukaan air sampai titik keping *secchi* yang tidak tampak sehingga diperoleh data kecerahan yang satuannya adalah m.

Data parameter fisika-kimia yang diukur dengan menggunakan peralatan digital meliputi turbiditas, TDS, konduktivitas, pH, suhu, dan DO. Turbiditas diukur menggunakan alat turbidimeter Lutron. Turbidimeter dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Air sungai diambil dengan menggunakan botol sampel. Air sungai dimasukkan ke dalam botol uji sebanyak 10 ml, botol uji ditutup dan diletakkan pada lubang uji pada turbidimeter, selanjutnya tombol *power*, *test button* dan *hold* ditekan secara berurutan. Nilai turbiditas air sungai akan muncul pada layar turbidimeter. Suhu air sungai diukur bersama dengan pengukuran DO menggunakan DO meter Lutron. *Probe* DO meter dicelupkan ke dalam air sedalam 2 cm kemudian ditunggu sampai stabil. Angka pada layar DO meter akan menunjukkan nilai DO dan suhu. Konduktivitas diukur dengan menggunakan TDS & EC meter (ISW Grup). *Probe* TDS & EC meter dimasukkan ke dalam air sungai sedalam 2 cm, angka pada layar ditunggu hingga stabil kemudian dicatat angka tersebut sebagai data TDS dan konduktivitas. Pengukuran pH menggunakan pH meter Kmoon. Ujung alat dimasukkan pada air sungai

sedalam 2 cm, angka pada layar pH meter akan terus berubah dan pada saat stabil angka yang muncul pada layar dicatat sebagai data pH air sungai.

3.2.4 Pencatatan karakteristik Morfologi dan Identifikasi Sampel

Makroinvertebrata Bentos

Sampel makroinvertebrata bentos yang telah diberi alkohol dituang ke nampan plastik. Sampel dikelompokkan berdasarkan ciri morfologi yang sama secara visual. Aktivitas selanjutnya adalah masing-masing sampel diamati dan dicatat ciri-ciri morfologinya. Pengamatan larva dan nimfa insekta dilakukan di bawah mikroskop stereo Olympus SZ. Spesimen yang telah dicatat ciri-ciri morfologinya kemudian didokumentasikan dengan menggunakan kamera hp Vivo Y95. Data morfologi masing-masing kelompok dan juga fotonya digunakan untuk mengidentifikasi sampel sampai tingkat famili. Identifikasi sampel didasarkan pada beberapa buku (Macan, 1959; Edmondson, 1959; Needham dan Needham, 1962; Merritt dan Cummins, 1996; Bouchard et al., 2012) sehingga diperoleh data nama famili dari sampel makroinvertebrata bentos. Kegiatan identifikasi spesimen makroinvertebrata bentos didampingi oleh dosen pembimbing utama Dr. Retno Wimbaningrum, M.Si.

3.3 Analisis Data

3.3.1 Penentuan Komposisi Famili Makroinvertebrata Bentos Hulu S. Bedadung

Data komposisi famili telah diperoleh dari hasil identifikasi masing-masing spesimen berdasarkan ciri-ciri morfologinya. Nama famili dan jumlah individu setiap famili yang ditemukan di lokasi penelitian dimasukkan ke dalam tabel.

3.3.2 Penentuan Jumlah Individu Setiap Famili Makroinvertebrata Bentos

Jumlah individu seluruh famili makroinvertebrata bentos yang dibutuhkan untuk menentukan nilai *Family Biotic Index* (FBI) adalah 100 (Mandaville, 2002). Hasil sampling makroinvertebrata bentos ditemukan 4583 individu maka penentuan jumlah individu masing-masing famili dilakukan dengan cara

menghitung jumlah individu masing-masing famili dan seluruh famili yang tertangkap jala surber. Selanjutnya jumlah individu relatif masing-masing famili yang digunakan untuk menentukan nilai FBI ditentukan dengan rumus (3.1) di bawah ini (Wimbaningrum, 2016):

$$N_i = (n_i/N) \times 100 \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan: N_i = jumlah individu relatif famili i
 n_i = jumlah individu famili yang diperoleh dari lokasi penelitian
 N_x = jumlah individu seluruh spesimen yang diperoleh di lokasi penelitian

3.3.3 Penentuan Status Mutu Air Hulu S. Bedadung berdasarkan FBI

Penentuan status mutu air hulu S. Bedadung berdasarkan nilai FBI dihitung dengan memasukkan data jumlah individu (x_i) dan nilai toleransi (t_i) setiap famili serta jumlah individu seluruh famili (100) ke dalam suatu persamaan. Nilai FBI ditentukan berdasarkan persamaan (3.2) yang hasilnya menunjukkan status mutu air (Tabel 3.2) (Mandaville, 2002).

$$FBI = \sum (x_i t_i) / n \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan: x_i = jumlah individu famili i
 t_i = nilai toleransi famili i
 n = jumlah total individu seluruh famili = 100

Tabel 3.2 Status mutu air berdasarkan *Family Biotic Index* (FBI) (Mandaville, 2002).

<i>Family Biotic Index</i>	Kualitas Air	Tingkat Polusi Organik
0,00-3,75	Excellent	<i>Organic pollution unlikely</i>
3,76-4,25	Very good	<i>Possible slight organic pollution</i>
4,26-5,00	Good	<i>Some organic pollution probable</i>
5,01-5,75	Fair	<i>Fairly substantial pollution likely</i>
5,76-6,50	Fairly poor	<i>Substantial pollution likely</i>
6,51-7,25	Poor	<i>Very substantial pollution likely</i>
7,26-10,00	Very poor	<i>Severe organic pollution likely</i>

3.3.4 Analisis Data Parameter Fisika-Kimia

Data parameter fisika-kimia yang didapat dari seluruh stasiun penelitian dimasukkan ke dalam tabel. Data masing-masing parameter kemudian ditentukan nilai rata-rata dan rentangnya yaitu nilai terendah dan tertinggi. Hasil analisis data parameter fisika-kimia air dapat menggambarkan kondisi fisika-kimia air hulu S. Bedadung.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Komposisi famili makroinvertebrata bentos di hulu S. Bedadung terdiri atas 28 famili dengan jumlah total individu 4489 dengan famili yang memiliki jumlah terbanyak adalah Hydropsychidae dan famili yang memiliki jumlah individu paling sedikit adalah Leptophlebiidae, Libellulidae, Psepheniidae, dan Lymnaeidae. Status mutu air hulu S. Bedadung berdasarkan *Family Biotic Index* (FBI) termasuk kategori baik dengan nilai FBI sebesar 4,35 (*Some organic pollution probable*).

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini yaitu perlu dilakukannya pencatatan karakter morfologi makroinvertebrata bentos terutama larva dan nimfa Insekta yang lebih spesifik agar proses identifikasi lebih mudah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, T. dan Abbasi, S.A. 2011. Water Quality Indices Based on Bioassessment: The Biotic Indices. *Journal of Water and Health* 09.2
- Abel, P.D. 1989. *Water Pollution Biology*. Department of Biology Sunde Politechnic.
- Ambakrumi, N., Moelyaningrum, a.D., Ellyke. 2013. Identifikasi Makrobentos sebagai Bioindikator Pencemaran Air di Daerah Aliran Airsungai Bedadung. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2012*, Universitas Jember.
- Arimoro, F.O., and Muller, W.J. 2009. Mayfly (Insecta: Ephemeroptera) Community Structure as an Indicator of the Ecological Status of a Stream in Niger Delta Area of Nigeria. *Environ Monit Asses* 166:581-59.
- Bahri, S. dan Priadie, B. 2007. Prediksi Tingkat Pencemaran Air Sungai Menggunakan Indeks Kimia-Fisika dan Metrik Bentik Makroinvertebrata. *JSDA* Vol. 3, No. 4.
- Baran, I., Yakhchahi, M., Viayeh, M., Sehatnia, B., Darvishzadeh, R. 2015. Ecology of snail family Lymnaeidae and effects of certain chemical components on their distribution in aquatic habitats of West Azarbaijan, Iran. *Journal of Veterinary Research*. 70.4: 433-440
- Budin, K., Jubok, Z., Gabda, D., Abdullah, N., Ahmed, A. 2008. Effect of Water Parameters on Ephemeroptera Abundance in Telipok River, Sabah Malaysia. *Wseas Transactions on Environment and Development* Vol. 4 (5)
- Borror, D.J., Triplehorn, C.A. Johnson N.F. 1992. Pengenalan Pelajaran *Serangga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bouchard, R.W.2012. *Guide to aquatic Invertebrata Families of Mongolia*. Minnesota, Jr. Saint Paul.

- Brasil, L.S., Juen, L., Cabette, H.S.R. 2014. The Effects of Environmental Integrity on the Diversity of Mayflies, Leptophlebiidae (Ephemeroptera), in Tropical Streams of the Brazilian Cerrado. *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* 50 (2014) 325–33.
- Closs, G., Downes, B., Boulton, A. 2004. *Freshwater Ecology*. Victoria: Blackwell Publishing.
- Diersing, N. 2009. "Water Quality: Frequently Asked Questions". *Florida Keys National Marine Sanctuary*
- Dinas Kebersihan Dan Lingkungan Hidup Kabupaten Jember. 2007. *Kumpulan Data, Status Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Jember Tahun 2007*. Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur.
- Duran, M. 2006. Monitoring Water Quality Using Benthic Macroinvertebrates and Physicochemical Parameters of Behzat Stream in Turkey. *Polish J. of Environ. Stud.* Vol. 15, No. 5 709-717.
- Edmondson, W.T. 1959. *Fresh-water Biology*. Second edition. Seattle: University of Washington
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Giller, P.S. and Malmqvist, B. 1998. *The Biology of Streams and Rivers*. Oxford University Press.
- Hauer, F.R. and Resh, V.H. 1996. Benthic Macroinvertebrates. In *Methods in Streams Ecology*. Hauer, F.R. and Lamberti, G.A. Eds. London: Academic Press.
- Hilsenhoff, W.L 1975. *Aquatic Insect of Wisconsin: Generic keys and Notes on Biology, Ecology and Distribution*. Technical Bulletin No. 89. Wisconsin: Department of Natural Resource

Holozenthal, R.W., Blahnik, R.J., Pratherl, A.L., Kijer, K.M. 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies, *Zootaxa* 1668: 639-698.

Kastawi, Y. 2005. *Zoologi Avertebrata*. Malang: Universitas Negeri Malang Press.

Li, L., Zheng, B., Liu, L. 2010. Biomonitoring and Bioindicators Used for River Ecosystems: Definitions, Approaches and Trends. *Procedia Environmental Sciences* 2 (2010) 1510–1524.

Macan, T.T. 1959. *A Guide to Freshwater Invertebrate Animals*. Harlow: Longman Inc.

Mandaville, S.M. 2002. *Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols*. Halifax: Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax.

Mihov, S. dan Hristov, I. 2011. *Conservation: River Ecology*. Vienna: WWF-DCPO.

Munandar, K. dan Eurika, N. 2016. Keanekaragaman Ikan yang Bernilai Ekonomi dan Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Ikan Sapu-Sapu di Sungai Bedadung Jember. *Proceeding Biology Education Conference* (ISSN: 2528-5742), Vol 13(1) 2016: 717-722.

Merritt, R.W., dan Cummins, K.W. 1996. *An Introduction to the Aquatic Insect of North America*. Iowa: Hunt Publishing Company

Moore, J.W. 2006. Animal ecosystem engineers in streams. *Bioscience*. 56: 237-246

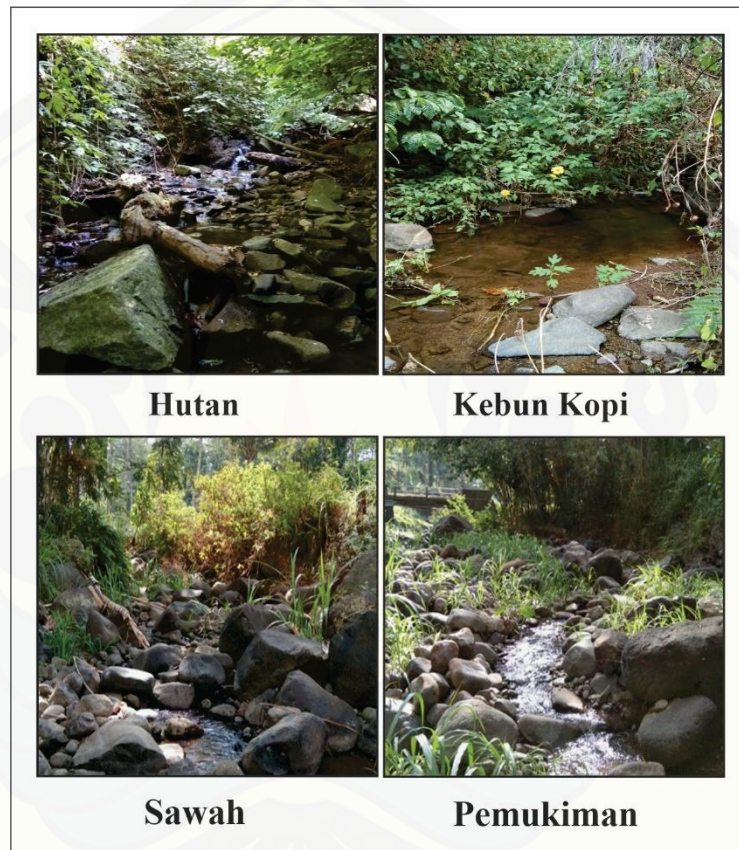
Nurjanah, U., Ibrohim., Dahlia. 2016. Studi Keanekaragaman Makrobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Bedadung Jember. *Prosiding Seminar Nasional Biologi 2016_* ISBN: 978 602 0951 11 9.

- Needham, J. G dan Needham, P. R. 1962. *A Guide To The Study Of Fresh-Water Biology*. San Fransisco: Holden-Day Inc.
- Odum, E.P. 1998. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi ketiga. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Pemerintah Kabupaten Jember. 2015. *Peraturan Daerah Kabupaten Jember Nomor 1 Tahun 2015*. Bupati Jember
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010. *Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air*. Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011. *Sungai*. Presiden Republik Indonesia
- Pokja Sanitasi Kabupaten Jember.2012. *Buku putih sanitasi kabupaten jember Ppsp 2012*. Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur.
- Purwati, S.U. 2015. Karakteristik bioindikator cisadane: kajian pemanfaatan makrobentik untuk menilai kualitas sungai cisadane. *Ecolab Vol. 9 No. 2 Juli 2015: 47 – 104*.
- Plafkin, J.L., Barbour, M.T., Porter, K.D., Gross, S.K., and Hughes, R.M.. 1989. *Rapid Bioassessment Protocols for use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish*. U.S. Environmental Protection Agency. EPA 440/4-89/001. 8 chapters, Appendices A-D.
- Pratiwi, N.K. 2004. *Panduan Pengukuran Kualitas Air Sungai*. Bogor: Institut Negeri Bogor.
- Rizal, N.S. 2011. Kajian Model Hidrograf Banjir Rencana Pada Daerah Aliran Sungai (DAS). Studi Kasus Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung di Kabupaten Jember. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah 2011*. Universitas Jember.

- Retnaningdyah, C. dan Arisoesilaningsih, E. 2014. Indikasi Pencemaran Mata Air di DAS Brantas Hulu Wilayah Malang Raya menggunakan Indeks Biotik dari Makroinvertebrata Bentos. *PROSIDING SEMNAS BIODIVERSITAS Vol.3 No.1 Hal: 210-213. ISSN: 2337-506X.*
- Rosenberg, D.M. dan Resh, V.H. 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall.
- Rogers, D.C dan Thorp, J.H. 2019. *Volume IV: Keys to Palaearctic Fauna*. London: Academic Press.
- Selvanayagam, M. dan Abril, R. 2016. Use of macro Invertebrates as a Biological Indicator in Assessing Water Quality of River Puyo, Puyo, Pastaza, Ecuador. *America Journal of Life Sciences* 4(1): 1-12.
- Thorp, J.H. dan Rogers, D.C. 2015. *Ecology and General Biology*. London: Academic Press
- Wimbaningrum, R. 2016. [Disertasi] *Efektivitas Makrozoobentos untuk Pemantauan Kualitas Air pada Saluran Irigasi Tersier*. Malang: Universitas Brawijaya
- Vannote, R.L., Minshall, G.W., Cummins, K.W., Sedell, J.R., Cushing, C.E. 1980. Perspectives, The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137.
- Vanni, M.J. 2002. Nutrient cycling by animals in freshwater ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 341 – 370
- Ward, J.V., dan Stanford, J.S. 1991. Benthic Faunal Patterns along the Longitudinal Gradient of a Rocky Mountain River system. *Verhandlugen der Internationalen Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie* 24: 3087-3094.

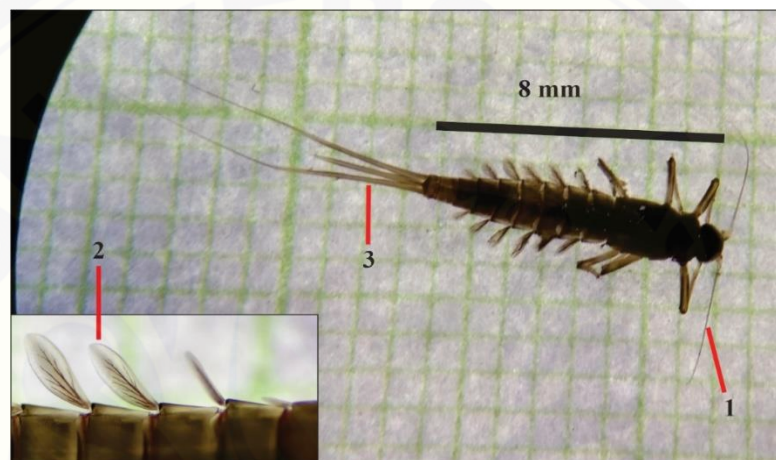
LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto badan sungai hulu Bedadung



Lampiran 2 Hasil identifikasi makroinvertebrata bentos

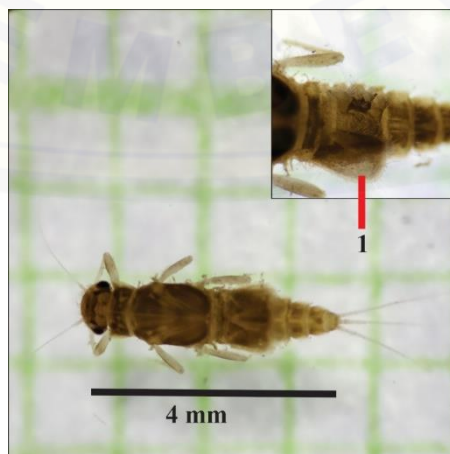
1. Baetidae



Deskripsi:

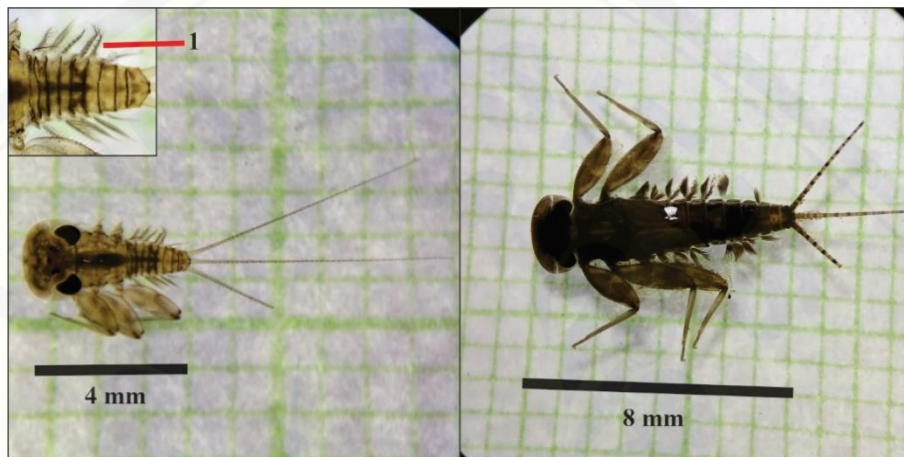
Baetidae tersebar luas diberbagai habitat. Memiliki antena 2-3x lebih panjang dari lebar kepala (1). Gill ada pada segmen abdomen 1 atau 2 – 7, bentuk gill bervariasi (2). Cerci umumnya 2-3 (3). Berukuran 3-12 mm (Bouchard, 2012).

2. Cainidae



Deskripsi:

Cainidae dapat ditemukan di perairan mengalir dan di tepi danau. Berukuran 2-8 mm. Gill pada segmen 1 abdomen vestigial. Gill pada segmen 2 abdomen operculate dan menutupi gill berikutnya (1). Gill berumbai hadir pada segmen 3-6. Memiliki 3 cerci (Bouchard, 2012).

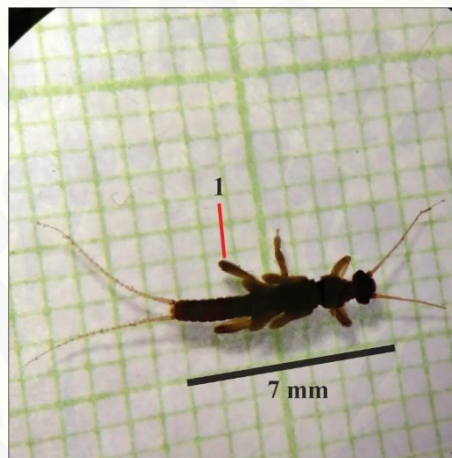
3. Heptagenidae**Deskripsi:**

Heptageniidae umumnya berada di aliran yang mengalir dari lambat ke cepat. Berukuran 5-20 mm. Kepala, badan, dan kaki pipih berfungsi untuk mengurangi hambatan dari arus. Gill hadir pada segmen 1-7 (1). Memiliki 3 cerci dengan seta pendek (Bouchard, 2012).

4. Leptophlebiidae

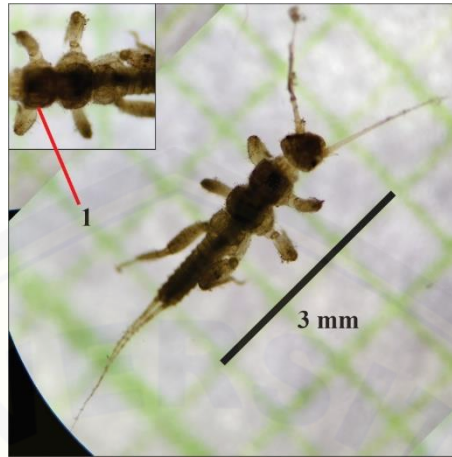
Deskripsi:

Leptophlebiidae terdapat di beberapa habitat seperti danau, kolam, aliran deras dan lambat. Berukuran 4-15 mm. Gill segmen 1 biasanya ramping (1). Gill segmen 2-7 bercabang dengan bentuk beragam (terdiri dari filamen ramping atau lebar dan berakhir pada filamen ramping) (2). Terdapat seta pada setiap segmen cerci (3) (Bouchard, 2012).

5. Nemouridae**Deskripsi:**

Nemouridae umumnya berada di aliran kecil dan dingin, tetapi juga dapat ditemukan di sungai atau danau yang lebih besar. Berukuran 5-20 mm. Bantalan sayap sangat berbeda dari garis tengah. Segmen tarsal 2 lebih pendek dari segmen tarsal 1. Kaki belakang ketika ditarik mencapai atau melebihi ujung abdomen (1). Paraglossa tidak lebih panjang dari glossa (Bouchard, 2012)

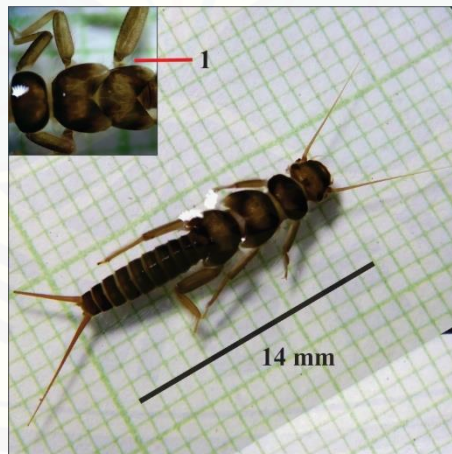
6. Capnidae



Deskripsi:

Capnidae berukuran 5-10 mm. paraglossa tidak melampaui glossa. Tubuh memanjang dan ramping. Pronotum sedikit lebih lebar dari perut (1). Bantalan sayap tidak berbeda dengan garis tengah. Segmen abdomen 1-9 dipisahkan oleh lipatan membrane (Bouchard, 2012).

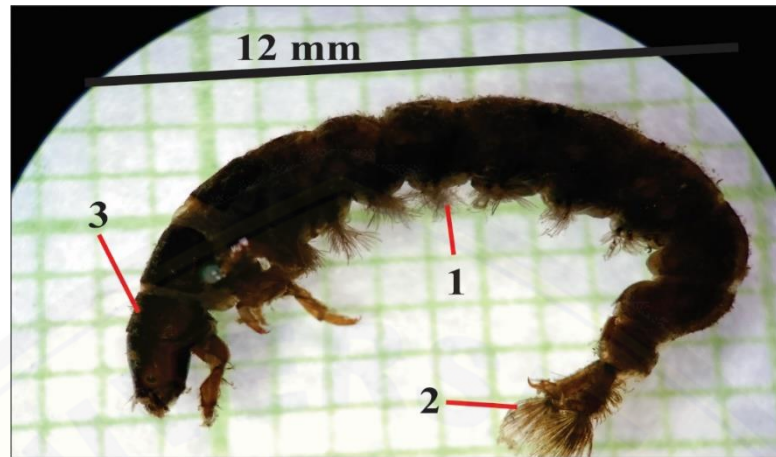
7. Perlidae



Deskripsi:

Perlidae berukuran 20-50mm. Larva relatif besar dan berpola mencolok. Insang bercabang halus ada di semua segmen thorax (1). Labium dengan takik dalam dan paraglossa melampaui glossa. Memiliki 2 cerci (Bouchard, 2012).

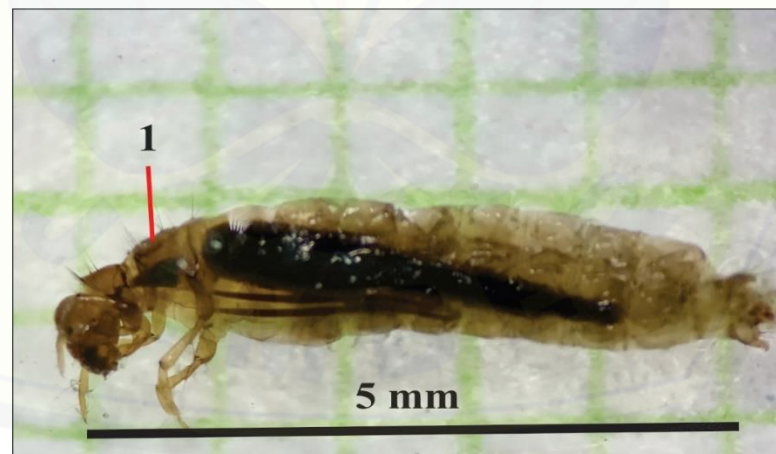
8. Hydropsychidae



Deskripsi:

Hydropsychidae banyak ditemukan di substrat batu atau substrat padat. Umumnya berukuran 9-30 mm. Terdapat insang bercabang halus di sebagian segmen perut (1). Anal proleg masing – masing berakhir dengan kuas seta panjang (2). Nota dari semua segmen thorax memiliki plat sclerotized (3) (Bouchard, 2012).

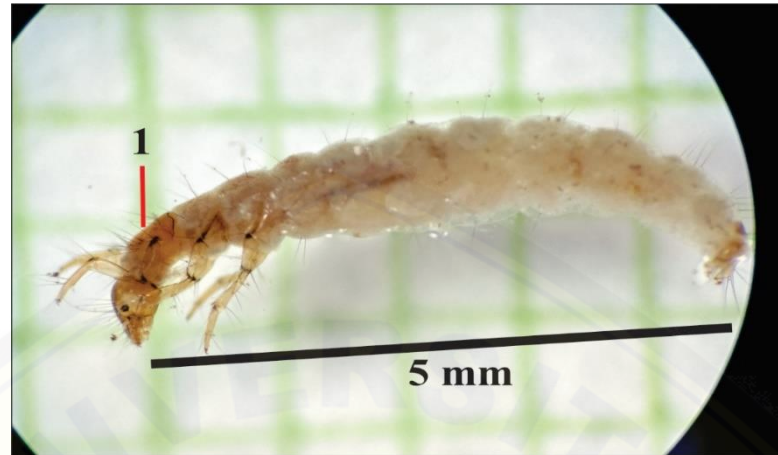
9. Lepidosmatidae



Deskripsi:

Lepidosmatidae umumnya berada di air dingin. Berukuran 7-13 mm. Antena dekat dengan mata. Pronotum dan mesonotum sclerotized (1). (Bouchard, 2012).

10. Hydroptilidae



Deskripsi:

Hydroptilidae dapat ditemukan di semua jenis aliran. Berukuran 2-6 mm. Nota segmen thorax terdapat plat sclerotized (1). Tidak ada insang perut. Rumah terbentuk dari pasir (Bouchard, 2012).

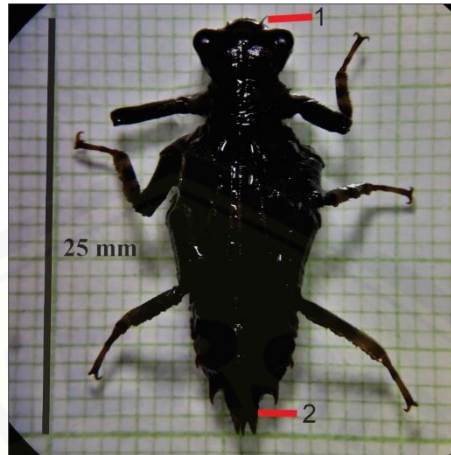
11. Philopotamidae



Deskripsi:

Philopotamidae dapat ditemukan di perairan mengalir. Berukuran 13-17 mm. Labrum berbentuk T (1). Thorax segmen 1 mengalami sclerotized dan tepi posterior berwarna hitam (2). Tidak ada insang perut. Anal claw berbentuk pengait (3) (Bouchard, 2012).

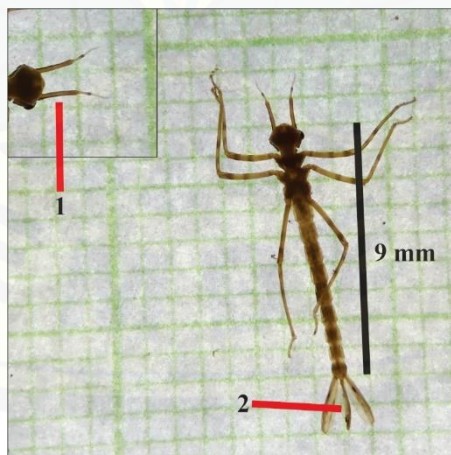
12. Libellulidae



Deskripsi:

Libellulidae dapat ditemukan di tepi kolam, lahan basah, dan jarang ditemukan di perairan lambat. Berukuran 18-42 mm. Mempunyai antena yang tersegmentasi (1). Prementum tanpa garis median di sisi abdomen. Duri lateral pada segmen 9 abdomen lebih pendek. Cerci tidak lebih dari setengah paraproct (2). (Bouchard, 2012).

13. Calopterygidae



Deskripsi:

Calopterygidae sering ditemukan di tepi sungai. Berukuran 30-40 mm. Segmen antena pertama lebih panjang (1). Insang tengah lebih pendek dari insang lateral (2). Insang berbentuk segitiga pada bagian melintang (Bouchard, 2012).

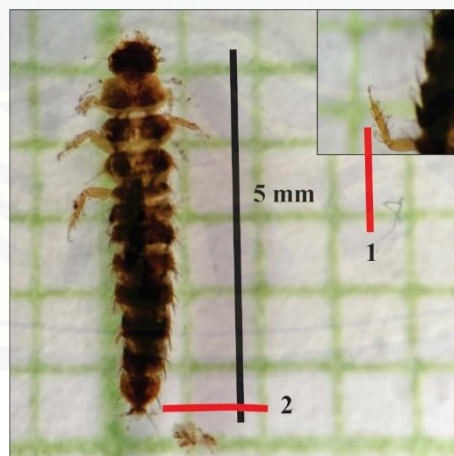
14. Pyralidae / Crambidae



Deskripsi:

Crambidae berukuran 3-35 mm. Penampilannya mirip dengan ulat tetapi beberapa spesimen memiliki insang lateral memanjang. Kapsul kepala sclerotized (1). Tiga pasang kaki tersegmentasi (2). Perut dengan tonjolan proleg dan berakhir seperti kait kecil. Memabangun rumah seperti Trichoptera (Bouchard, 2012).

15. Hydrophilidae

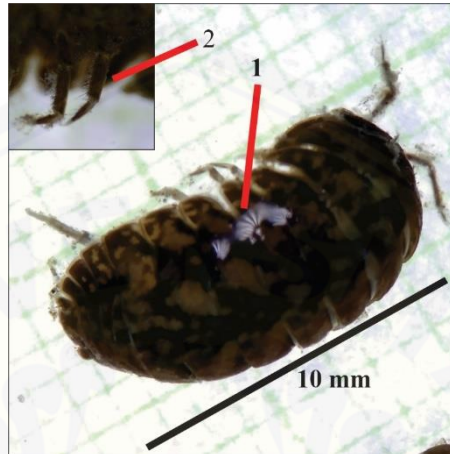


Deskripsi:

Hydrophilidae umumnya ditemukan di perairan danau, kolam, rawa, maupun sungai. Berukuran 2-60 mm. Mandibula besar. Kaki dengan 4 segmen.

Memiliki satu claw (1). Ujung perut tumpul (2). Merupakan perenang yang baik (Bouchard, 2012).

16. Psepheniidae



Deskripsi:

Larva psepheniidae umumnya berada di aliran cepat. Berukuran 3-10 mm. Tubuh memiliki rongga dada dan perut yang mengembang sehingga kaki dan kepala tidak terlihat dari atas (1). Kaki 4 segmen dan berakhir dengan cakar (2) (Bouchard, 2012).

17. Gyrinidae



Deskripsi:

Habitat gryrinidae berada di perairan sungai, danau, ataupun kolam. Berukuran 3-16 mm. terdapat 2 cakar disetiap kaki. Kaki tersegmentasi menjadi 5 bagian (1) (Bouchard, 2012). Kepala memanjang (2). Segmen 1-9 abdomen terdapat insang lateral (3) (Merritt and Cummins, 1996).

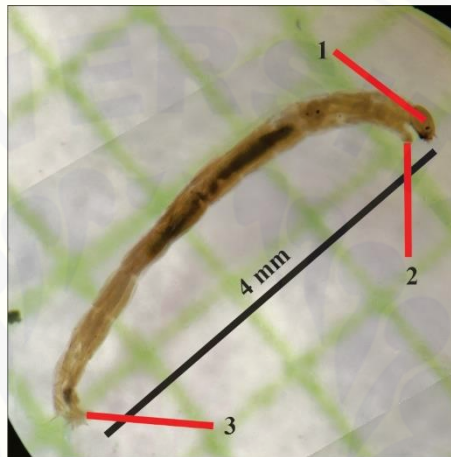
18. Elmidae**Deskripsi:**

Elmidae sering ditemukan diperairan deras dan dingin. Berukuran 3-8 mm. Terdapat 4 segmen pada kaki dan berakhir dengan 1 cakar. Abdomen terdapat 9 segmen. Segmen abdomen dengan rongga yang terdapat insang dilindungi oleh tutup berengsel (1) (Bouchard, 2012).

19. Simuliidae

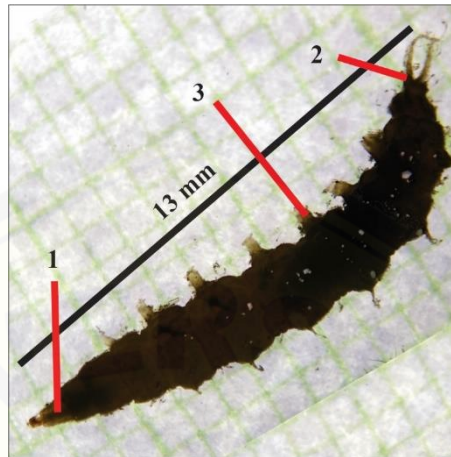
Deskripsi:

Simuliidae banyak ditemukan diperairan yang berarus sedang hingga cepat. Melekat pada batu, kayu, ataupun substrat keras lainnya. Berukuran 3-15 mm. Kepala sclerotized, bulat, dan jelas terpisah dengan thorax (1). Terdapat proleg di prothorax (2). 1/3 dari posterior abdomen membengkak (Bouchard, 2012).

20. Chironomidae**Deskripsi:**

Chironomidae sering ditemukan di setiap habitat perairan mulai dari aliran kecil sampai sungai besar. Berukuran 2-30 mm. Kepala sclerotized, bundar, dan jelas terpisah dari thorax (1). Terdapat anterior proleg (2) dan posterior proleg (3) (Bouchard, 2012).

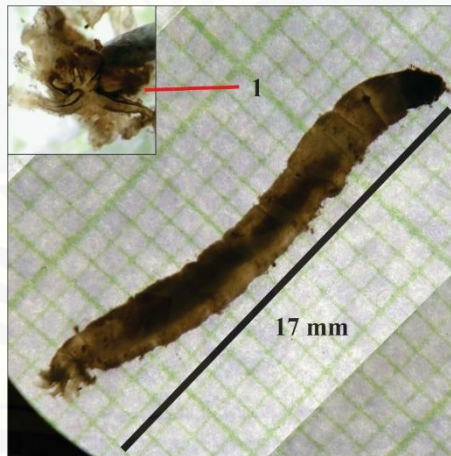
21. Atheridae



Deskripsi:

Atheridae berukuran 10-18 mm. Tubuh memanjang. Kepala direduksi dan ditarik kedalam thorax (1). Abdomen berakhir dengan 2 kuncir yang dibatasi rambut (2) (bouchard, 2012). Terdapat sepasang proleg untuk setiap segmen abdomen (3) (Merritt and Cummins, 1996).

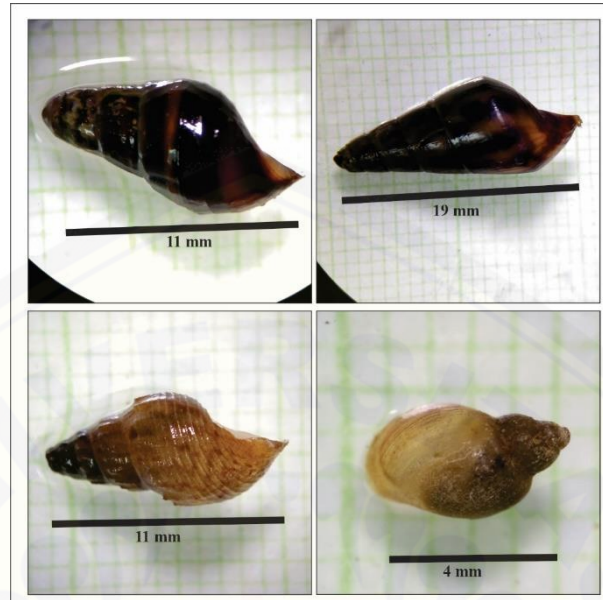
22. Tipulidae



Deskripsi:

Tipulidae banyak ditemukan di habitat perairan sungai, kolam, dan rawa. Berukuran 3-60 mm. Kepala ditarik kedalam thorax. Terdapat 2 spiral pada segmen terminal. Disc spiracular biasanya dikelilingi oleh lobus atau proyeksi dengan bentuk dan jumlah yang berbeda-beda (1) (Bouchard, 2012).

23. Gastopoda



Deskripsi:

Gastropoda banyak ditemukan diberbagai habitat perairan. Berukuran 2-70 mm. Memiliki cangkang tunggal. Cangkanya biasanya digulung (Bouchard, 2012).

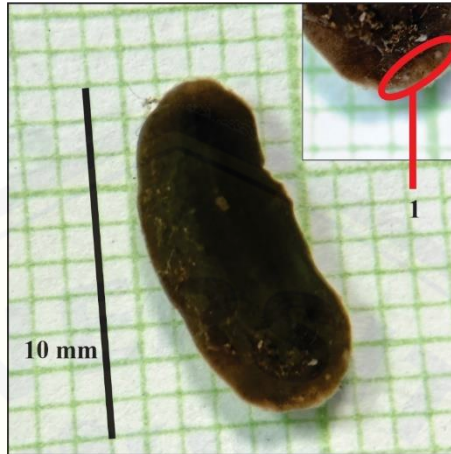
24. Gammaridae



Deskripsi:

Gammaridae terdapat di aliran sungai, mata air, danau, rawa dan kolam. Berukuran 5-20 mm. Badan rata dari sisi ke sisi. Terdapat 2 pasang antena (1) (bouchard, 2012).

25. Tubellaria



Deskripsi:

Tubellaria hamper terdapat disemua habitat perairan. Berukuran 1-30 mm. Badan rata. Tidak ada segmen. Terdapat 2 titik mata (1). Ketika diawetkan akan melengkung (Bouchard, 2012).

Lampiran 3 Nilai Toleransi Famili (Mandaville, 2002).

Plecoptera		Trichoptera		Amphipoda	
Capniidae	1	Brachycentridae	1	Gammaridae	4
Chloroperlidae	1	Calamoceratidae	3	Hyalellidae	8
Leuctridae	0	Glossosomatidae	0	Talitridae	8
Nemouridae	2	Helicopsychidae	3		
Perlidae	1	Hydropsychidae	4	Isopoda	
Periodidae	2	Hydroptilidae	4	Asellidae	8
Pteronarcyidae	0	Lepidostomatidae	1		
Taeniopterygidae	2	Leptoceridae	4	Decapoda	6
		Limnephilidae	4		
Ephemeroptera		Molannidae	6	Acariformes	4
Baetidae	4	Odontoceridae	0		
Baetiscidae	3	Philpotamidae	3	Mollusca	
Caenidae	7	Phryganeidae	4	Lymnaeidae	6
Ephemerellidae	1	Polycentropodidae	6	Physidae	8
Ephemeridae	4	Psychomyiidae	2	Sphaeriidae	8
Heptageniidae	4	Rhyacophilidae	0		
Leptophlebiidae	2	Sericostomatidae	3		
Metretopodidae	2	Uenoidae	3		
Oligoneuriidae	2				
Polymitarcyidae	2				
Potomanthidae	4				
Siphonuridae	7				
Tricorythidae	4				

		Diptera			
		Athericidae	2		
		Blephariceridae	0		
		Ceratopogonidae	6		
		Blood-red Chironomidae (Chironomini)	8		
		Other Chironomidae (including pink)	6		
Odonata		Dolichopodidae	4		
Aeshnidae	3	Empididae	6		
Calopterygidae	5	Ephydriidae	6		
Coenagrionidae	9	Muscidae	6	Oligochaeta	8
Cordulegastridae	3	Psychodidae	10		
Corduliidae	5	Simuliidae	6	Hirudinea	
Gomphidae	1	Syrphidae	10	Edellidae	10
Lestidae	9	Tabanidae	6	<i>Helobdella</i>	10
Libellulidae	9	Tipulidae	3		
Macromiidae	3			Polychaeta	
		Coleoptera		Sabellidae	6
Megaloptera		Dryopidae	5		
Corydalidae	0	Elmidae	4		
Sialidae	4	Psephenidae	4		
				Turbellaria	4
Lepidoptera		Collembola		Platyhelminthidae	4
Pyralidae	5	<i>Isotomurus</i> sp.	5		
				Coelenterata	
Neuroptera				Hydridae	
Sisyridae				<i>Hydra</i> sp.	5
<i>Climacia</i> sp.	5				