



**HUBUNGAN ANTARA TIPE PENGGUNAAN LAHAN
DENGAN KUALITAS AIR HULU SUNGAI BEDADUNG
KABUPATEN JEMBER BERDASARKAN INDEKS BIOTIK
EPHEMEROPTERA PLECOPTERA DAN TRICOPTERA**

SKRIPSI

Oleh

**Moch. Kharisson Abdilah
NIM 151810401034**

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



**HUBUNGAN ANTARA TIPE PENGGUNAAN LAHAN
DENGAN KUALITAS AIR HULU SUNGAI BEDADUNG
KABUPATEN JEMBER BERDASARKAN INDEKS BIOTIK
EPHEMEROPTERA PLECOPTERA DAN TRICOPTERA**

SKRIPSI

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

Oleh

Moch. Kharisson Abdilah
NIM 151810401034

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

PERSEMBAHAN

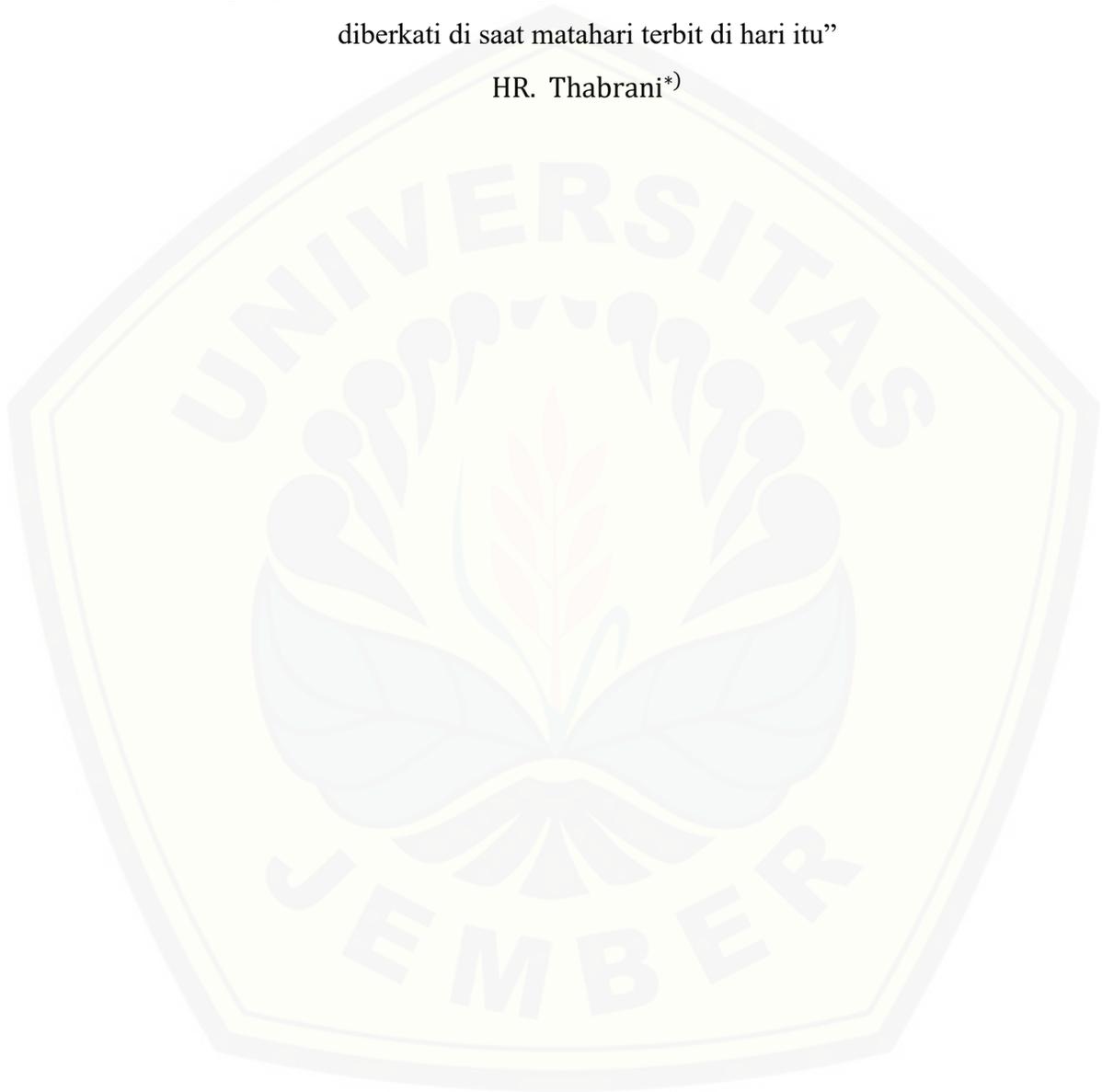
Puji syukur saya haturkan atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan petunjuk dan ridho-Nya. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada sebaik-baik suri teladan Nabi besar Muhammad Saw. Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. kedua orang tua saya yang tercinta, Ayahanda Pramono dan Ibunda Ninik Nur Ni'amah. Terimakasih atas kesabaran, kasih sayang, dukungan, nasehat dan bimbingan serta doa tanpa henti;
2. saudara kandung saya, Itsna Zakia Dewi yang selalu menjadi motivasi alasan untuk bangkit dan menjadi kakak yang dapat diandalkan;
3. Dr. Retno Wimbaningrum M.Si. selaku dosen pembimbing utama; Rendy Setiawan, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota; Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc., Ph.D. dan Arif Mohammad Siddiq S.Si., M.Si. selaku dosen penguji; Dr. Rike Oktarianti M.Si selaku dosen pembimbing akademik; dan guru-guru sejak TK – kuliah;
4. Sahabat Biogenes15, IONS, kakak tingkat, dan adik tingkat yang telah memberi warna dan inspirasi selama kuliah;
5. almamater Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

“Jika tiba kepadaku suatu hari, dan di hari itu aku tidak mendapatkan tambahan ilmu yang dapat mendekatkanmu kepada Allah ‘Azza wa Jalla, maka aku tidak diberkati di saat matahari terbit di hari itu”

HR. Thabrani*)



*) Habib Novel bin Muhammad Alaydrus. 2017. *Secangkir Kopi Hikmah Isi Hidup dengan Tetesan Ilmu Para Wali*. Surakarta: Taman Ilmu

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Moch Kharisson Abdilah

NIM : 151810401034

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul *"Hubungan antara Tipe Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air Hulu Sungai Bedadung Kabupaten Jember Berdasarkan Indeks Biotik Ephemeroptera Plecoptera dan Tricoptera"* adalah benar-benar hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan oleh instansi manapun, serta bukan jiplakan. Penelitian didanai sepenuhnya oleh Proyek KeRis K-BIOTROP. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

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

Jember, 28 Januari 2020

Yang menyatakan

Moch. Kharisson Abdilah

NIM 151810401034

SKRIPSI

**HUBUNGAN ANTARA TIPE PENGGUNAAN LAHAN
DENGAN KUALITAS AIR HULU SUNGAI BEDADUNG
KABUPATEN JEMBER BERDASARKAN INDEKS BIOTIK
EPHEMEROPTERA PLECOPTERA DAN TRICOPTERA**

Oleh:

Moch. Kharisson Abdilah
NIM 151810401034

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "*Hubungan antara Tipe Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air Hulu Sungai Bedadung Kabupaten Jember Berdasarkan Indeks Biotik Ephemeroptera Plecoptera dan Tricoptera*" telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Dr. Retno Wimbaningrum, M.Si
NIP.196605171993022001

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

Anggota I

Anggota II

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

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

Mengesahkan,

Dekan, FMIPA Universitas Jember

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

RINGKASAN

Hubungan antara Tipe Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air Hulu Sungai Bedadung Kabupaten Jember Berdasarkan Indeks Biotik Ephemeroptera Plecoptera dan Tricoptera; Moch. Kharisson Abdilah; 151810401034; 2020; 36 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Sungai (S) Bedadung merupakan salah satu sungai besar di Kabupaten Jember yang airnya berasal dari bagian tengah Pegunungan Iyang (Pemkab. Jember, 2015). Seperti pada umumnya sungai, hulu S. Bedadung juga melewati lahan dengan peruntukan yang bervariasi. Setiap tipe penggunaan lahan di sekitar sungai memiliki keanekaragaman vegetasi yang bervariasi sehingga jumlah materi yang masuk ke dalam sungai juga berbeda-beda. Penggunaan lahan yang bervariasi diduga berpengaruh terhadap kualitas air sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kualitas tipe penggunaan lahan di sekitar hulu S. Bedadung berdasarkan nilai *Environmental Services Index* (ESI), menentukan kualitas biologi air hulu S. Bedadung berdasarkan nilai EPT-BI, dan menentukan hubungan antara kualitas tipe penggunaan lahan di sekitar hulu S. Bedadung dengan kualitas air hulu S. Bedadung berdasarkan nilai indeks EPT-BI.

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di hulu S. Bedadung yang terdapat di Desa Sucopangepok, Kecamatan Jelbuk, Kabupaten Jember. Identifikasi spesimen Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera serta analisis data dilakukan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi FMIPA UNEJ dengan bimbingan Dr. Dra. Retno Wimbaningrum, M.Si. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2019 – Januari 2020. Lokasi penelitian terdiri atas empat stasiun penelitian. Penggunaan lahan di sisi kiri dan kanan stasiun 1 didominasi oleh hutan riparian, stasiun 2 didominasi oleh perkebunan kopi, stasiun 3 didominasi oleh persawahan dan stasiun 4 meliputi pemukiman dan ladang. Setiap stasiun penelitian dibagi menjadi empat substasiun. Jarak antara stasiun penelitian satu dengan stasiun penelitian lain berbeda-beda. Hulu S. Bedadung melewati hutan, perkebunan, persawahan dan pemukiman. Masing-masing tipe penggunaan lahan tersebut memiliki kualitas

yang berbeda-beda. Kualitas masing-masing tipe penggunaan lahan dapat ditentukan oleh nilai indeks jasa lingkungan (*environmental services index*, ESI) yang nilainya diperoleh dari penjumlahan nilai indeks keanekaragaman jenis tumbuhan (*biodiversity index*, BI) dan cadangan karbon yang tersimpan di dalam jaringan tumbuhan (*carbon sequestration index*, CSI). Tipe penggunaan lahan di sekitar sungai dapat berpengaruh terhadap kualitas air sungai. Salah satu alternatif yang efisien dalam menentukan kualitas air sungai adalah dengan menggunakan parameter biologi yaitu makroinvertebrata bentos Ephemeroptera, Plecoptera, dan Tricoptera (EPT).

Sungai di stasiun 1 berada di dalam hutan yang luasnya relatif sempit sehingga lebih tepat jika disebut sebagai hutan riparian. Hutan riparian ditumbuhi vegetasi pohon, semak dan herba secara alami dengan jenis yang heterogen. Stasiun 2 merupakan sungai yang melewati perkebunan kopi yang cukup luas. Selain tanaman kopi, di perkebunan ini juga ditemukan tumbuh jenis pohon yang lain seperti durian, sengon dan mahoni dengan kelimpahan yang lebih rendah daripada tanaman kopi. Stasiun 3 merupakan bagian dari hulu S. Bedadung yang melewati lahan persawahan. Lahan di sekitar sungai berupa sawah. Selain tanaman padi, di beberapa riparian sungai dan pematang sawah ditumbuhi tanaman lain seperti bambu, sengon, turi, dan lain-lain. Stasiun 4 merupakan bagian dari hulu S. Bedadung yang melewati pemukiman dan ladang. Ladang di sekitar sungai ditumbuhi berbagai jenis tanaman seperti jagung, lombok, Kondisi ini vegetasi yang demikian tidak banyak membantu mencegah materi masuk ke dalam sungai.

Berdasarkan hasil penelitian, kualitas lahan terbaik adalah lahan hutan pada stasiun 1 dengan nilai ESI yang tinggi yaitu 1,32. Nilai ESI pada stasiun 2, 3, dan 4 mengalami penurunan sehingga menunjukkan kualitas lahan pada stasiun tersebut memburuk. Kualitas biologi air sungai pada stasiun 1 yaitu tidak tercemar dengan nilai EPT-BI 3,62. Stasiun 2, 3, dan 4 memiliki nilai EPT-BI diatas 3,75, sehingga menunjukkan bahwa air sungai pada stasiun tersebut tercemar sedang. Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan bahwa antara tipe penggunaan lahan dengan kualitas air sungai berhubungan nyata.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul: “Hubungan antara Tipe Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air Hulu Sungai Bedadung Kabupaten Jember Berdasarkan Indeks Biotik Ephemeroptera Plecoptera dan Tricoptera”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pegetahuan Alam Universitas Jember.

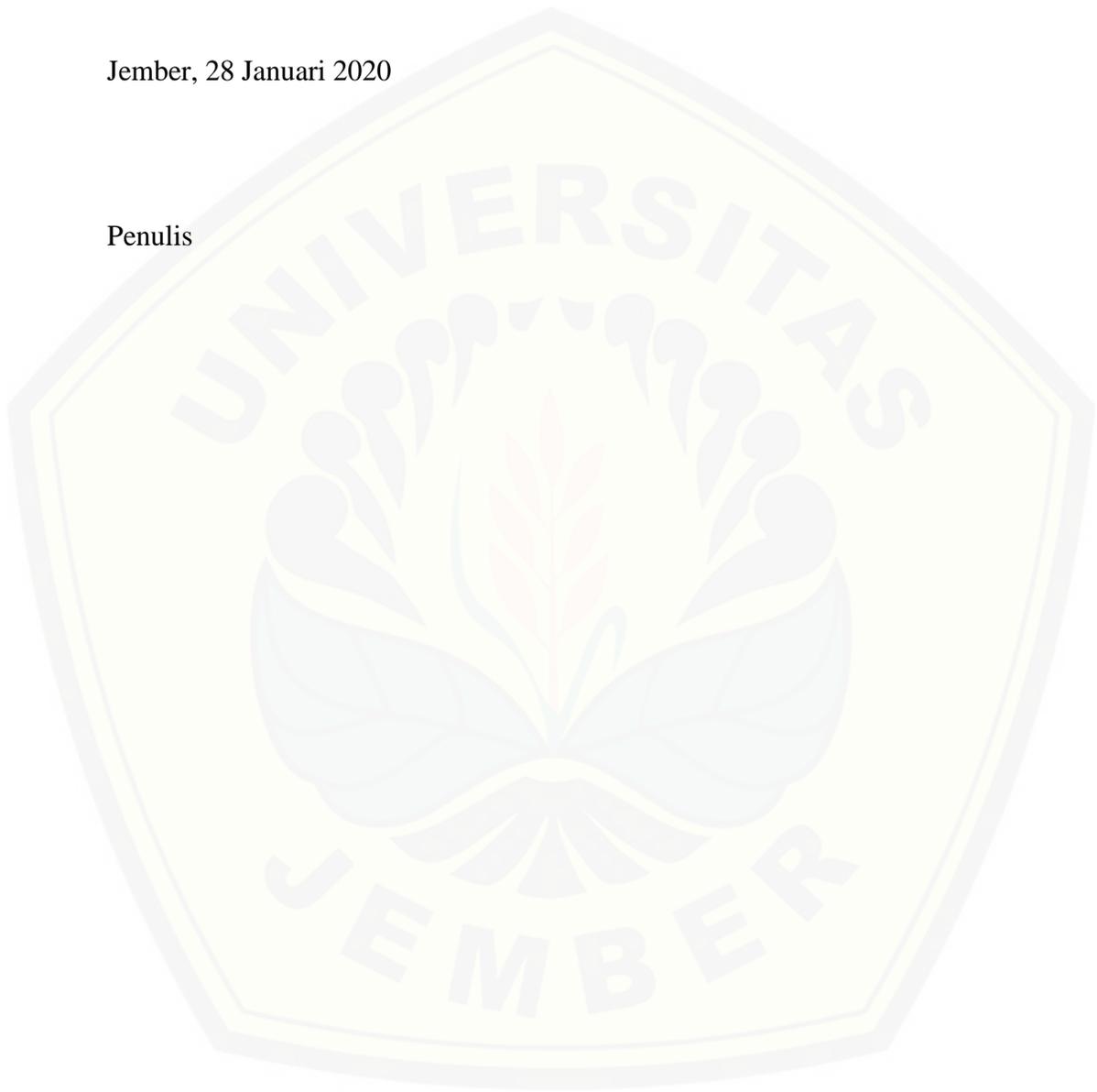
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Retno Wimbaningrum M.Si. selaku dosen pembimbing utama; Rendy Setiawan, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota; Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc., Ph.D. dan Arif Mohammad Siddiq S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, kritik dan saran guna terselesaikannya skripsi ini dengan baik;
2. Dr. Rike Oktarianti, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang sejak mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini mendampingi dan memberi pengarahan;
3. kedua orang tua saya yang tercinta, Ayahanda Pramono dan Ibunda Ninik Nur Ni'amah. Terimakasih atas kesabaran, kasih sayang, dukungan, nasehat dan bimbingan serta doa tanpa henti;
4. M. Choirul Badri, M. Agung Setio Budi dan rekan-rekan kombi Ekologi lainnya yang membantu dalam pelaksanaan penelitian ini

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

Jember, 28 Januari 2020

Penulis



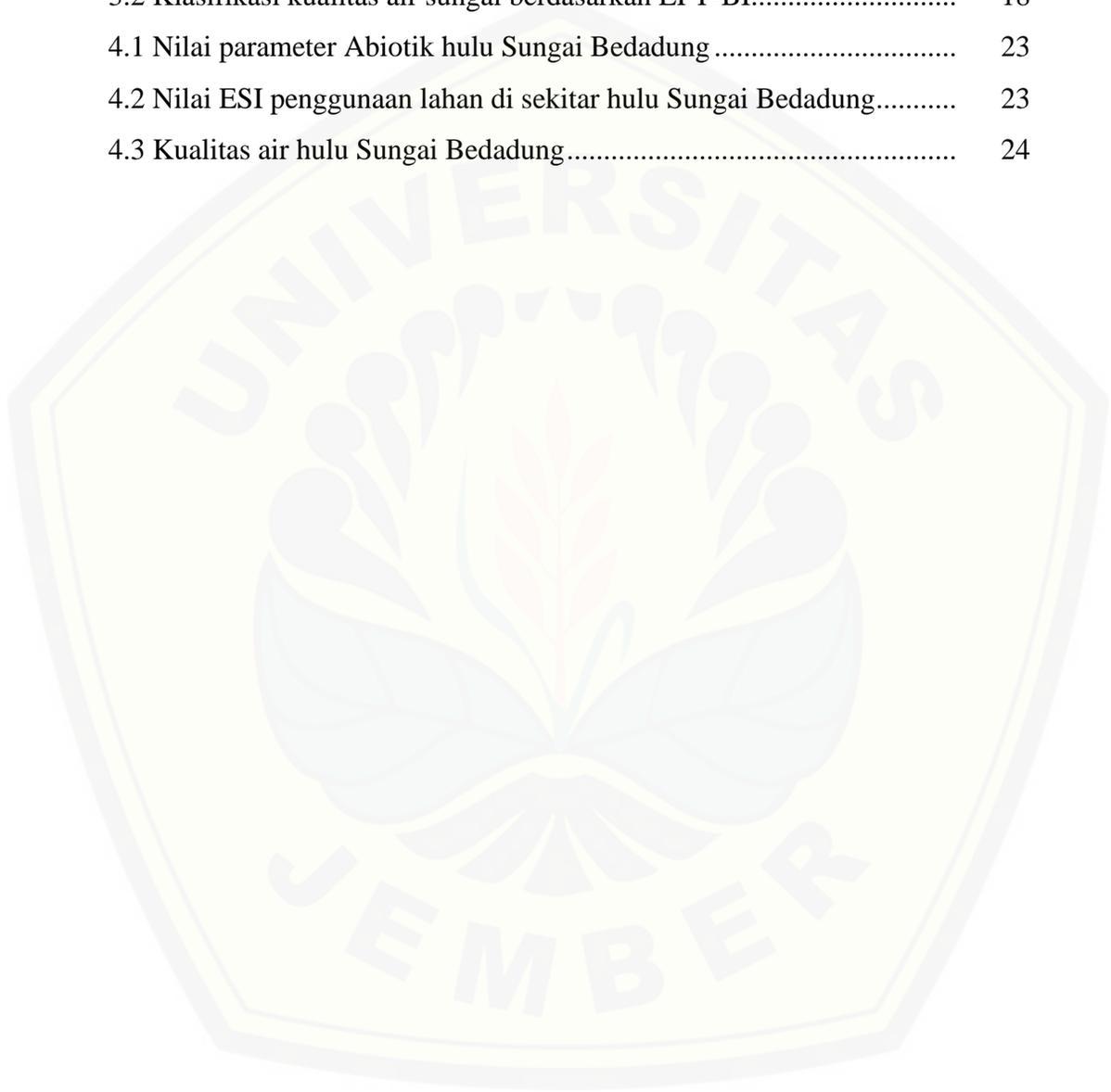
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1 Penggunaan Lahan.....	4
2.1.1 Lahan dan Hubungannya dengan Sungai	4
2.1.2 Tipe Penggunaan Lahan di Sekitar Hulu Sungai	5
2.2 Kualitas Air Sungai.....	6
2.2.1 Penentuan Kualitas Air dengan Menggunakan	
Indeks Biotik EPT (EPT-BI).....	6
2.2.2 Komponen Fisika-Kimia Air Sungai.....	8
2.3 Ekosistem Sungai dan Sungai Bedadung	
Kabupaten Jember	9

2.4 Hubungan Tipe Penggunaan Lahan dengan	
Kualitas Air Sungai	11
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	12
3.2 Prosedur Penelitian.....	12
3.2.1 Penentuan Stasiun Penelitian	12
3.2.2 Pengamatan dan Pencatatan Data Vegetasi	
Setiap Tipe Penggunaan Lahan	14
3.2.3 Pengukuran Parameter Fisika-Kimia Air.....	14
3.2.4 Pengambilan Spesimen Larva Ephemeroptera Plecoptera	
Tricoptera	16
3.3 Pencatatan Karakteristik Morfologi dan	
Identifikasi EPT	17
3.4 Analisis Data.....	17
3.4.1 Penentuan Kualitas Tipe Penggunaan Lahan	
berdasarkan Nilai Indeks Jasa Lingkungan (ESI)	17
3.4.2 Analisis Data Parameter Abiotik	17
3.4.3 Penentuan Nilai Indeks Biotik EPT	18
3.4.4 Penentuan Hubungan Tipe Penggunaan Lahan	
dengan Kualitas Air.....	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Penggunaan Lahan di Sekitar Hulu Sungai Bedadung...	21
4.2 Penentuan Kualitas Air Hulu Sungai Bedadung	23
4.3 Hubungan antara Tipe Penggunaan Lahan	
dengan Kualitas Air Hulu Sungai Bedadung	24
BAB 5. KESIMPULAN DAN PENUTUP.....	26
5.1 Kesimpulan.....	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	33

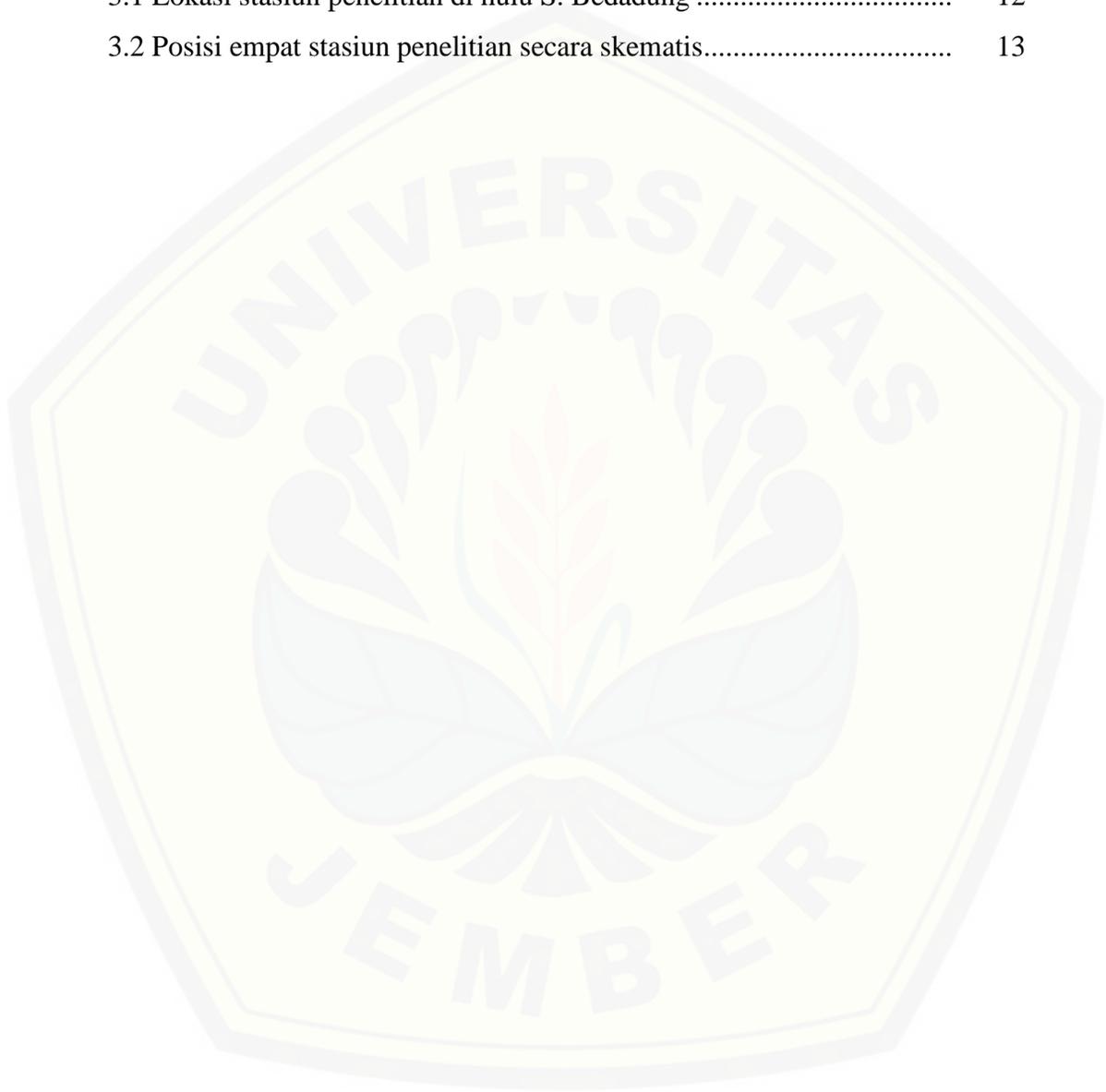
DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Titik koordinat stasiun penelitian.....	13
3.2 Klasifikasi kualitas air sungai berdasarkan EPT-BI.....	18
4.1 Nilai parameter Abiotik hulu Sungai Bedadung.....	23
4.2 Nilai ESI penggunaan lahan di sekitar hulu Sungai Bedadung.....	23
4.3 Kualitas air hulu Sungai Bedadung.....	24



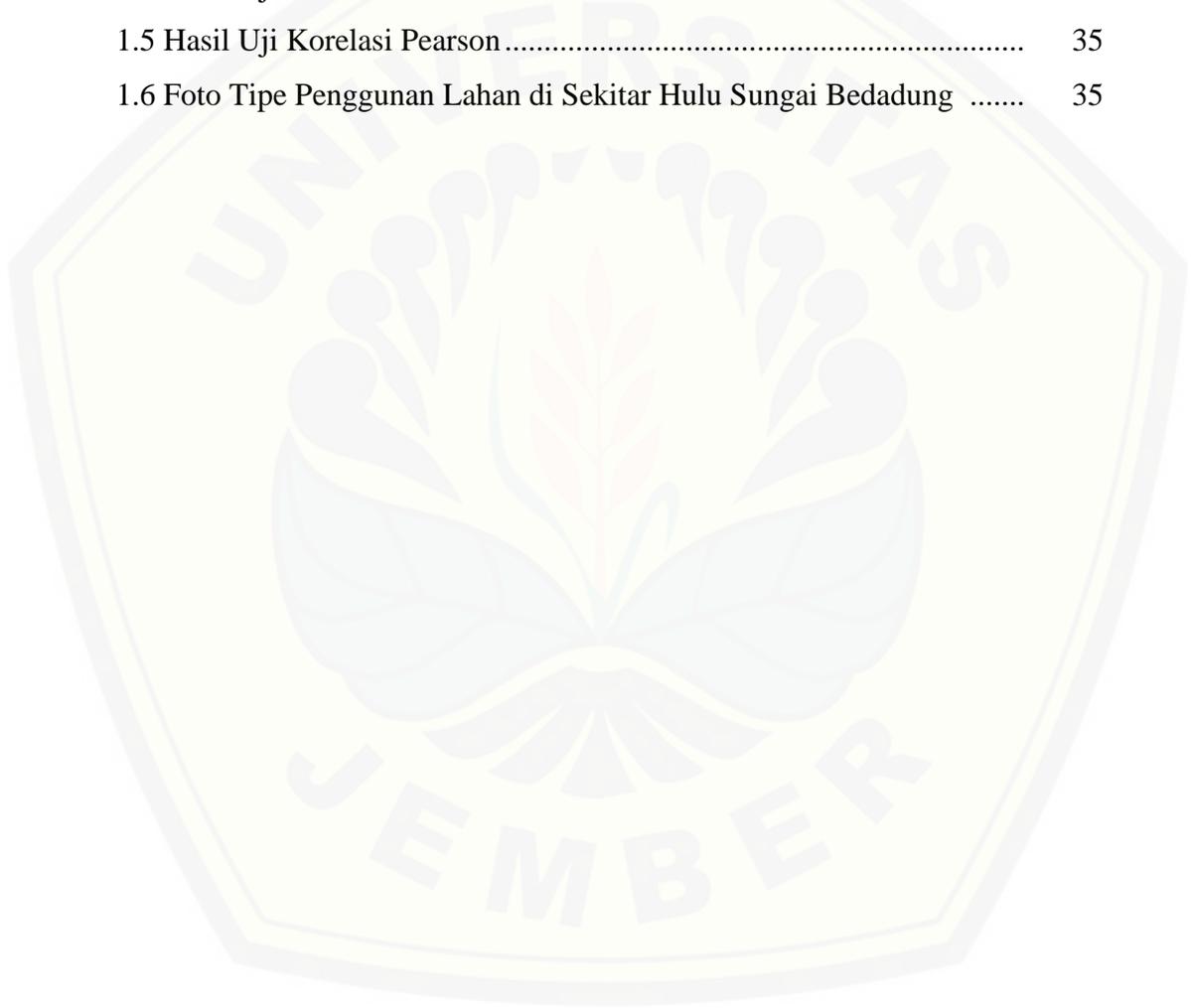
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Larva serangga Ephemeroptera Plecoptera Tricoptera	7
3.1 Lokasi stasiun penelitian di hulu S. Bedadung	12
3.2 Posisi empat stasiun penelitian secara skematis.....	13



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1.1 Penilaian Kualitas Lahan berdasarkan ESI	32
1.2 Densitas Larva EPT hulu Sungai Bedadung	33
1.3 Nilai EPT-BI Hulu Sungai Bedadung	34
1.4 Hasil Uji Normalitas	35
1.5 Hasil Uji Korelasi Pearson	35
1.6 Foto Tipe Penggunaan Lahan di Sekitar Hulu Sungai Bedadung	35



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai (S) Bedadung merupakan salah satu sungai besar di Kabupaten Jember yang airnya berasal dari bagian tengah Pegunungan Iyang (Pekab. Jember, 2015). Seperti pada umumnya sungai, hulu S. Bedadung juga melewati lahan dengan peruntukan yang bervariasi. Setiap tipe penggunaan lahan di sekitar sungai memiliki keanekaragaman vegetasi yang bervariasi sehingga jumlah materi yang masuk ke dalam sungai juga berbeda-beda. Lahan dengan keanekaragaman vegetasi yang tinggi memiliki kemampuan yang lebih baik untuk menahan materi yang akan masuk ke sungai daripada lahan yang keanekaragaman vegetasinya rendah (Gregory *et al.*, 1991). Materi-materi yang masuk ke sungai berpotensi menimbulkan pencemaran yang berakibat pada penurunan kualitas air sungai. Baker (2005); Wimbaningrum (2016); Wardiani dkk. (2019) menyatakan bahwa tipe penggunaan lahan di sekitar sungai dapat berpengaruh terhadap kualitas air sungai.

Kualitas air sungai dapat ditentukan berdasarkan parameter fisika, kimia dan biologi. Penentuan kualitas air sungai menggunakan parameter fisika-kimia kurang efisien karena nilainya cenderung berubah dalam waktu yang singkat sehingga perlu dilakukan pengukuran berulang kali yang memerlukan biaya mahal. Salah satu alternatif yang dinilai efisien dalam menentukan kualitas air sungai adalah dengan menggunakan parameter biologi yaitu makroinvertebrata bentos (Mandaville, 2002). Anggota makroinvertebrata bentos yang sering digunakan sebagai penilai kualitas air sungai adalah larva insekta ordo Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT) (Lenat, 1988; Doods, 2002; Mandaville, 2002; Amaral, *et al.*, 2015).

Sebagian besar EPT memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan kualitas air sungai. Ketidakhadiran EPT sensitif dan kehadiran EPT toleran di suatu sungai dapat menggambarkan kualitas air sungai tersebut (Hussainy *et al.*, 2015). Hal tersebut menjadi salah satu alasan penggunaan EPT sebagai bioindikator

kualitas air sungai. Rosenberg *and* Resh (1993) dan Susmita *et al.* (2013) menyatakan bahwa kualitas air sungai dapat dipresentasikan oleh struktur komunitas EPT.

Kekayaan dan kelimpahan taksa EPT di suatu sungai dipengaruhi oleh tipe penggunaan lahan di sekitarnya. Sungai Rembangan di Jember yang melewati hutan sekunder memiliki kelimpahan EPT sensitif lebih tinggi daripada yang melewati persawahan (Wardiani dkk., 2019). Hasil penelitian Amaral *et al.* (2015) menunjukkan bahwa S. Marmelos di Brazil Selatan yang melintasi hutan memiliki kekayaan jenis dan kelimpahan EPT yang lebih tinggi daripada yang melintasi padang rumput dan pemukiman. Sementara itu, kelimpahan larva Ephemeroptera mengalami penurunan pada beberapa sungai di India yang melewati persawahan dan pemukiman (Selvakumar *et al.*, 2014). Berdasarkan hasil penelitian tersebut, kondisi serupa kemungkinan juga dapat terjadi di hulu S. Bedadung.

Hulu S. Bedadung melewati hutan, perkebunan, persawahan dan pemukiman. Masing-masing tipe penggunaan lahan tersebut memiliki kualitas yang berbeda-beda. Kualitas masing-masing tipe penggunaan lahan dapat ditentukan oleh nilai indeks jasa lingkungan (*environmental services index*, ESI) yang nilainya diperoleh dari penjumlahan nilai indeks keanekaragaman jenis tumbuhan (*biodiversity index*, BI) dan cadangan karbon yang tersimpan di dalam jaringan tumbuhan (*carbon sequestration index*, CSI) (Pagiola *et al.*, 2007). Berdasarkan hasil survey pada tahun 2019, lahan di sekitar hulu S. Bedadung terus mengalami perubahan yang mengarah pada penurunan keanekaragaman vegetasinya. Menurut Pagiola *et al.* (2007) vegetasi yang rusak dapat menyebabkan penurunan kualitas lahan. Berdasarkan kondisi tersebut, kualitas air hulu S. Bedadung dikhawatirkan akan mengalami penurunan. Hulu S. Bedadung merupakan ekosistem perairan penting yang menyediakan air bagi hampir seluruh masyarakat di wilayah tersebut. Namun demikian sampai saat ini belum ditemukan informasi tentang hubungan tipe penggunaan lahan dengan kualitas air hulu S. Bedadung di Jember. Dengan demikian, penelitian tentang hubungan antara tipe penggunaan lahan dengan kualitas air yang ditentukan berdasarkan indeks EPT di hulu S. Bedadung Kabupaten Jember adalah penting untuk dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. bagaimanakah kualitas tipe penggunaan lahan di sekitar hulu S. Bedadung berdasarkan nilai *Environmental Services Index* (ESI)?
2. bagaimanakah kualitas biologi air hulu S. Bedadung berdasarkan nilai indeks EPT?
3. bagaimanakah hubungan antara kualitas tipe penggunaan lahan di sekitar hulu S. Bedadung berdasarkan nilai ESI dengan kualitas air hulu S. Bedadung berdasarkan nilai indeks EPT?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. menentukan kualitas tipe penggunaan lahan di sekitar hulu S. Bedadung berdasarkan nilai *Environmental Services Index* (ESI)
2. menentukan kualitas biologi air hulu S. Bedadung berdasarkan nilai Indeks EPT
3. menentukan hubungan antara kualitas tipe penggunaan lahan di sekitar hulu S. Bedadung dengan kualitas air hulu S. Bedadung berdasarkan nilai indeks EPT.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi:

1. IPTEK dapat memanfaatkan kualitas air hulu S. Bedadung berdasarkan indeks EPT, kualitas tipe lahan di sekitar hulu S. Bedadung berdasarkan indeks jasa lingkungan, dan hubungan tipe penggunaan lahan dengan kualitas air hulu S. Bedadung berdasarkan sebagai referensi ilmiah.
2. Pemerintah Kabupaten Jember dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai acuan dan bahan pertimbangan dalam menentukan model pengelolaan lahan di sekitar sungai.
3. Masyarakat dapat mengetahui kualitas air hulu S. Bedadung dan hubungan penggunaan lahan di sekitar sungai terhadap kualitas air sungai.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penggunaan Lahan

2.1.1 Lahan dan Hubungannya dengan Sungai

Lahan merupakan salah satu sumberdaya yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari (Joyontono, dkk., 2015). Pertumbuhan penduduk dan tuntutan pelaksanaan pembangunan menyebabkan alih fungsi lahan tidak dapat dihindari (Eko dan Rahayu, 2012). Akibat dari alih fungsi lahan adalah terbentuk variasi tipe penggunaan lahan. Menurut Goulart and Calisto (2003) dan Alan (2004) variasi tipe penggunaan lahan dapat mengganggu integritas ekologi ekosistem perairan termasuk sungai.

Menurut Allan (2004) alih fungsi lahan dilakukan dengan menebangi tumbuhan yang tumbuh alami. Sementara itu, tumbuhan yang tumbuh pada lahan di sekitar sungai memiliki peranan penting dalam menjaga integritas ekologi ekosistem sungai (Tereza dan Casatti, 2010). Tumbuhan bagi ekosistem sungai berperan sebagai penghalang fisik terhadap sedimen dan substansi lain dari darat yang akan masuk ke sungai (Gregory *et al.*, 1991; Elmore, 1992), mengatur suhu air sungai (Benstead *et al.*, 2003) dan menyediakan materi bagi ekosistem lotik tersebut (Tereza dan Casatti, 2010). Jika tumbuhan yang tumbuh di lahan sekitar sungai sangat berkurang maka sungai akan mengalami sedimentasi, kehilangan detritus kayu, perubahan hidrologi, peningkatan jumlah polutan dan nutrien yang masuk ke dalamnya yang pada akhirnya mengganggu kesehatan sungai (Allan, 2004). Konsekuensi yang lain adalah penurunan keanekaragaman hayati (Silveira, 2001; Benstead *et al.*, 2003). Dengan demikian, kualitas tipe penggunaan lahan ditentukan oleh kondisi vegetasi yang tumbuh di dalamnya. Kualitas penggunaan lahan yang baik dapat menjaga integritas ekologi ekosistem perairan.

Kualitas penggunaan lahan dapat ditentukan dengan menggunakan indeks indeks jasa lingkungan (*Environmental Services Index*, ESI) (Pagiola, *et al.*, 2007). Nilai ESI ditentukan oleh nilai indeks keanekaragaman jenis tumbuhan yang

tumbuh pada lahan tersebut dan kemampuan lahan menyimpan cadangan karbon. Nilai indeks ESI berkisar antara 0-2. Nilai ESI mendekati 2 menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis tumbuhan dan kemampuan lahan menyimpan cadangan karbon adalah tinggi (Pagiola *et al.*, 2007).

2.1.2 Tipe Penggunaan Lahan di Sekitar Hulu Sungai

Rata-rata lokasi hulu terletak di daerah pedesaan (Panjaitan, dkk., 2011; Setyowati, dkk., 2018). Menurut Sadyohutomo dalam Parlindungan (2014), penggunaan lahan pada area pedesaan dikategorikan menjadi beberapa tipe, yaitu:

“a. Hutan: kawasan yang ditumbuhi oleh pepohon yang tajuknya saling menutupi / bergesekan. b. Kebun: areal tanah yang ditanami beberapa jenis tanaman keras. c. Perkebunan: kawasan yang ditanami satu jenis tanaman keras. d. Persawahan: kawasan pertanian yang terdiri atas petak-petak pematang dan digenangi air secara periodik, ditanami padi dan dapat diselingi tanaman palawija, tebu, tembakau, dan tanaman semusim lainnya. e. Pertanian tanah kering semusim: areal pertanian yang tidak pernah dialiri air dan mayoritas ditanami tanaman umur pendek. f. Perkampungan: kawasan yang digunakan untuk tempat tinggal masyarakat secara tetap yang meliputi bangunan dan pekarangannya. g. Industri: kawasan yang dipergunakan untuk kegiatan ekonomi, pengolahan bahan-bahan baku menjadi barang setengah jadi atau barang jadi. h. Tanah terbuka: kawasan yang tidak ditumbuhi tanaman dan tidak digarap karena tidak subur”.

Tipe penggunaan lahan di hulu berupa hutan. Namun pada saat ini, hutan di sekitar hulu sungai telah banyak mengalami alih fungsi akibat dari peningkatan populasi dan pembangunan. Lahan di sekitar hulu sungai banyak yang telah menjadi kawasan pertanian dan pemukiman pedesaan (Ruspendi, dkk., 2013; Selvakumar, *et al.*, 2014). Nurrizqi (2012) menyebutkan bahwa kawasan hulu daerah Sub DAS Brantas, Kota Batu, Jawa Timur mengalami penurunan luas hutan sebesar 6% dan sawah sebesar 6% serta terjadi peningkatan luas lahan pemukiman dan perkebunan masing-masing 9% dan 7% dalam kurun waktu empat tahun. Berkaitan dengan sungai, perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan pertanian dan pemukiman di daerah hulu menghasilkan limbah yang berpotensi menimbulkan pencemaran sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air sungai (Setyowati, 2016).

2.2 Kualitas Air Sungai

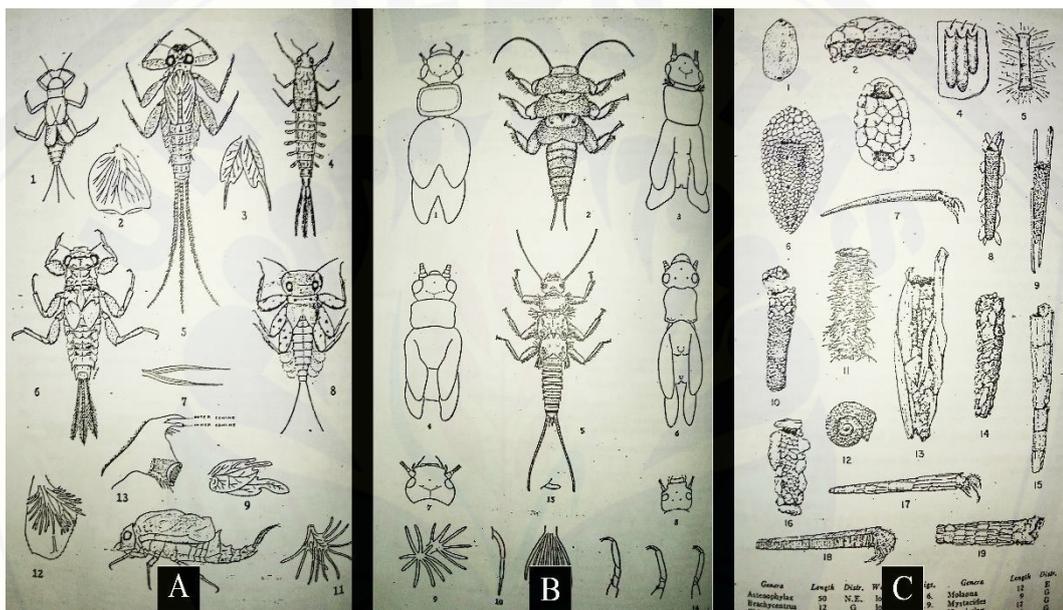
Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan hidup semua jenis makhluk hidup. Effendi (2003) mengatakan bahwa air yang tersedia untuk dapat memenuhi kebutuhan manusia adalah hanya 0,62% yang meliputi danau dan sungai (air permukaan) dan air tanah. Ketiga sumber air tersebut merupakan air tawar yang selalu mengalami siklus hidrologi melalui proses evaporasi dan presipitasi. Beberapa parameter hidrologi suatu badan air adalah kecepatan arus, debit, tinggi permukaan air, dan sedimentasi. Badan air menurut Effendi (2003) memiliki tiga komponen utama yaitu komponen hidrologi, komponen fisika-kimia dan komponen biologi. Jika komponen ini bermasalah maka akan berdampak pada kualitas air (Susetyaningsih, 2012; Soewandita, 2017).

“Kualitas air merupakan sifat air dan kandungan makhluk hidup, materi, atau komponen lainnya dalam air yang memenuhi standar mutu air yang berbeda-beda sesuai peruntukannya” (Effendi, 2003; Rahayu, 2009). Kriteria kualitas air menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dikategorikan menjadi empat kelas berdasarkan tujuan penggunaan air tersebut. Kualitas air kelas I dapat digunakan sebagai keperluan konsumsi. Kelas II dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pengairan tanaman, peternakan, dan budidaya ikan air tawar. Kelas III digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan pengairan tanaman. Kelas IV digunakan untuk mengairi tanaman. Kualitas air sungai dapat ditentukan dengan menggunakan indikator biologi (Rahayu, 2009).

2.2.1 Penentuan Kualitas Air Sungai dengan Menggunakan Indeks Biotik EPT (EPT-BI)

Sungai merupakan tempat hidup berbagai macam organisme air tawar. Salah satu organisme tersebut yang dapat digunakan sebagai penentu kualitas air adalah bentos. Hal ini dikarenakan bentos memiliki fase hidup yang menetap di dasar perairan. Penggunaan indikator biologi makroinvertebrata bentos sebagai alat bantu penentuan kualitas air telah diakui secara luas dan salah satunya adalah penggunaan larva ordo EPT. Hal ini dikarenakan sebagian besar larva ordo EPT

(Gambar 3.1) cenderung bersifat sensitif atau intoleran terhadap perubahan kondisi lingkungan perairan. Penilaian kualitas air dengan menggunakan larva EPT didasarkan pada nilai indeks titik yang salah satunya adalah indeks biotik EPT (EPT-BI). Nilai EPT-BI ditentukan berdasarkan data kekayaan family, jumlah individu dan nilai toleransi setiap family dan jumlah individu total seluruh family ($n = 100$). Data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam persamaan EPT-BI (Schmidt *et al.*, 1998).



Keterangan: A = Ephemeroptera, B = Plecoptera, C = Trichoptera

Gambar 2.1 Larva serangga Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (Needham dan Needham, 1962)

Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT) merupakan ordo anggota filum Insecta. Ciri-ciri larva EPT menurut Doods (2002) adalah sebagai berikut:

a. Ephemeroptera

Karakteristik Ephemeroptera yang membedakannya dengan larva serangga akuatik lainnya adalah ordo ini memiliki tiga filamen panjang di bagian posterior dan insang yang menyolok pada tujuh segmen perut pertama. Sebagian besar larva Ephemeroptera berjalan di atas substrat tetapi juga ada beberapa yang dapat berenang cepat. Larva Ephemeroptera ditemukan hidup dalam aliran air yang

memiliki kandungan oksigen terlarut yang tinggi, tidak terpolusi dan digunakan sebagai indikator kesehatan ekosistem perairan yang baik.

b. Plecoptera

Plecoptera memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dengan ordo lain yaitu memiliki dua sersi panjang di ujung posterior, bentuk tubuh rata, dan tidak memiliki insang di bagian tengah abdomen. Keberadaan Plecoptera di sungai berhubungan erat dengan kondisi habitat yang bersih, air mengalir deras, bersuhu dingin, teroksigenasi dengan baik serta sering dijumpai di bawah batu-batuan.

c. Trichoptera

Trichoptera sangat dikenal dengan selimutnya yang terbuat dari materi dari lingkungan. Materi tersebut membungkus tubuhnya. Beberapa jenis Namun beberapa Trichoptera ditemukan hidup bebas (tanpa pembungkus) dan memiliki mobilitas yang tinggi. Trichoptera yang hidup bebas sebagian besar merupakan predator sedangkan Trichoptera yang memiliki pembungkus adalah herbivora perfiton. Pembungkus yang mengelilingi tubuh larva Trichoptera digunakan untuk menyaring bahan organik dalam aliran air. Sebagian besar Trichoptera ditemukan hidup di dalam air yang mengalir. Kelimpahan jenis Trichoptera yang tinggi pada suatu sungai mengindikasikan bahwa kualitas air sungainya baik.

2.2.2 Komponen Fisika-Kimia Air Sungai

Sungai sebagai suatu ekosistem perairan air tawar memiliki karakteristik fisika-kimia. Karakteristik fisika air sungai meliputi suhu, debit, turbiditas, *Total Dissolved Solid* (TDS), Konduktivitas listrik, dan. Karakteristik kimia air sungai meliputi oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*, DO) dan derajat keasaman (pH) (Rahayu, 2009; Yuliasuti, 2011; Ali dkk, 2013). Komponen fisika-kimia tersebut menurut Rahayu (2009) perlu diukur sebagai data tambahan untuk menggambarkan kondisi habitat makroinvertebrata bentos termasuk EPT.

Pada umumnya komponen fisika-kimia saling berhubungan satu sama lain seperti suhu dengan DO. Peningkatan suhu perairan menyebabkan reaksi kimia semakin cepat dan jumlah DO dalam air menurun. Hal itu menimbulkan gangguan

bahkan kematian terhadap biota perairan (Doods, 2002; Markert dkk., 2003). Kadar Oksigen terlarut (DO) di alam bervariasi bergantung pada suhu, ketinggian, dan tekanan atmosfer. Kadar Oksigen terlarut berfluktuasi secara harian dan musiman (Effendi, 2003). Nilai DO yang optimal menurut Minggawati dan Saptono (2012) yaitu 5 - 6 ppm. Komponen lain yang memiliki hubungan dengan komponen lainnya adalah konduktivitas listrik dengan TDS. Konduktivitas listrik merupakan daya hantar arus listrik yang dimiliki oleh suatu perairan. Arus listrik di dalam perairan dihantarkan oleh ion-ion yang terkandung didalamnya. Jumlah ion yang terkandung dalam perairan dipengaruhi oleh total padatan yang terlarut dalam perairan tersebut (TDS). Nilai TDS suatu perairan menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 sehingga masuk dalam kategori normal adalah < 2000 mg/L.

Debit sungai merupakan volume air mengalir dalam saluran per satuan waktu. Nilai debit air sungai ditentukan oleh kecepatan arus, lebar dan kedalaman (Rahayu, 2009). Rahayu (2009) juga mengatakan bahwa besar debit air sungai dipengaruhi oleh substrat yang terdapat pada sungai itu sendiri. Hal ini dikarenakan jenis substrat dapat mempercepat atau memperlambat laju aliran air permukaan sungai. Kekeruhan atau turbiditas merupakan representasi dari adanya bahan organik dan anorganik baik yang terlarut dalam badan air. Kondisi air sungai yang semakin keruh menyebabkan cahaya matahari sulit untuk masuk ke dalam permukaan air. Hal ini menyebabkan proses fotosintesis tumbuhan air menjadi menurun sehingga berakibat pada penurunan suplai Oksigen dalam perairan (Rahayu, 2009). Warna merupakan parameter fisik yang dapat diamati secara visual. Warna perairan menurut Effendi (2003) ditimbulkan oleh adanya bahan organik dan bahan anorganik. Tingkat keasaman air dapat ditunjukkan dengan nilai pH. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap nilai pH. Pada umumnya biota akuatik menyukai perairan yang memiliki nilai pH sekitar 7 - 8,5 (Susana, 2009).

2.3 Ekosistem Sungai dan Sungai Bedadung Kabupaten Jember

Salah satu sumber daya perairan yang berperan penting dalam kehidupan manusia adalah sungai. Sungai merupakan ekosistem yang berbentuk saluran pada umumnya memiliki fungsi majemuk dalam kehidupan seperti penyedia air bersih,

irigasi, pembangkit listrik, sarana transportasi, sebagai sarana rekreasi (Rachman, 2016). Menurut PP No. 38 tahun 2011, “sungai memiliki bentuk saluran atau wadah air alami maupun buatan dari hulu sampai muara dan dibatasi oleh garis sempadan disamping kanan-kiri sungai”. Menurut Odum (1998),

“sungai merupakan ekosistem perairan yang memiliki arus (lotik) yang airnya mengalir dari hulu ke hilir. Kecepatan arus bervariasi dan dipengaruhi oleh kemiringan, kekasaran, kedalaman, dan kelebaran dasarnya”.

Sungai memiliki bentuk dasar yang bervariasi, yaitu bergelombang, landai, atau rata,. Bagian-bagian sungai meliputi alur, dasar, tebing dan bantaran sungai (Waryono, 2008). Alur merupakan bagian sungai yang selalu berisi air mengalir yang dibatasi oleh batuan keras. Dasar sungai merupakan bagian dasar dari sungai dengan tipe substrat bervariasi. Tebing sungai merupakan bagian sungai yang membentuk lereng sedangkan bantaran sungai merupakan bagian sungai yang terletak di luar tebing hingga bagian daratan yang datar (Waryono, 2008). Sungai yang dijadikan sebagai lokasi penelitian ini adalah bagian hulu Sungai Bedadung Kabupaten Jember.

Sungai Bedadung merupakan sungai yang memiliki panjang 46,875 km yang membelah bagian tengah Kabupaten Jember. Sungai Bedadung memiliki hulu sungai yang berasal dari pegunungan Iyang dan memiliki banyak terdapat mata air (Pekab. Jember, 2015). Kartikasari (2017) menyatakan bahwa Sungai Bedadung mengalir melalui 25 kecamatan, yaitu Sumberjambe, Ledokombo, Sukowono, Kalisat, Ajung, Pakusari, Arjasa, Jelbuk, Sumpersari, Patrang, Sukorambi, Kaliwates, Ajung, Panti, Rambipuji, Bangsalsari, Jenggawah, Balung, Tanggul, Semboro, Puger, Umbulsari, Wuluhan, Ambulu, Gumukmas, dan Kencong. Sungai Bedadung banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Jember sebagai saluran irigasi bahkan sebagai tempat pembuangan limbah dari aktivitas masyarakat (Barita, 2016).

2.4 Hubungan Tipe Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air Sungai

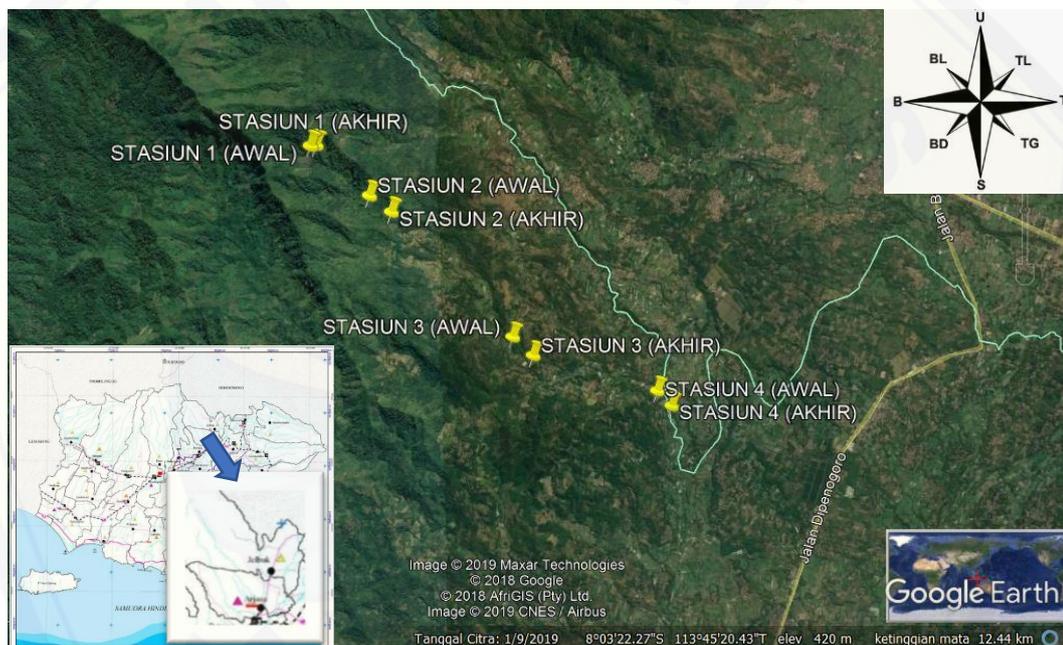
Banyak penelitian menunjukkan bahwa tipe penggunaan lahan memiliki hubungan yang erat dengan kualitas air sungai. Salah satu penentuan kualitas air sungai adalah dengan berdasarkan keberadaan larva EPT di sungai. Hasil penelitian Nessimian *et al.* (2008) menunjukkan bahwa pada sungai yang melewati hutan primer dan sekunder ditemukan taksa larva insekta dengan jumlah yang sama namun lebih besar daripada sungai yang melewati lahan kosong. Hasil penelitian (Benstead *et al.*, 2003) menunjukkan bahwa kualitas penggunaan lahan berhubungan positif dengan kekayaan dan kelimpahan taksa anggota Plecoptera. Kekayaan dan kelimpahan taksa Plecoptera semakin banyak di sungai yang melewati hutan (kualitas baik) tetapi semakin menurun di sungai yang melewati sawah (kualitas buruk).

Keanekaragaman dan kekayaan jenis anggota EPT yang tinggi di sungai yang melewati hutan didukung oleh kadar DO air sungai yang tinggi, akumulasi materi organik dari vegetasi riparian yang tinggi serta naungan dari vegetasi riparian yang menjaga suhu air tetap sejuk. Suhu air sungai yang sejuk dapat menjaga kadar DO nya tetap tinggi (Amaral *et al.*, 2015). Jenis-jenis anggota EPT membutuhkan materi organik yang berasal dari ranting dan daun vegetasi riparian yang luruh untuk digunakan oleh larva EPT saat memasuki fase kepompong, sebagai pakan atau sebagai tempat tinggal (Prather 2003; Crisci-Bispo, *et al.*, 2007; Cortezzi, *et al.* 2009 dalam Amaral, *et al.*, 2015). Taksa EPT yang sensitif terhadap cemaran banyak ditemukan di sungai yang melewati hutan (Amaral *et al.*, 2015).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di hulu Sungai (S) Bedadung yang terdapat di Desa Sucopangepok, Kecamatan Jelbuk, Kabupaten Jember (Gambar 3.1). Identifikasi spesimen Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera serta analisis data dilakukan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi FMIPA UNEJ dengan bimbingan Dr. Dra. Retno Wimbaningrum, M.Si. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2019 – Januari 2020.



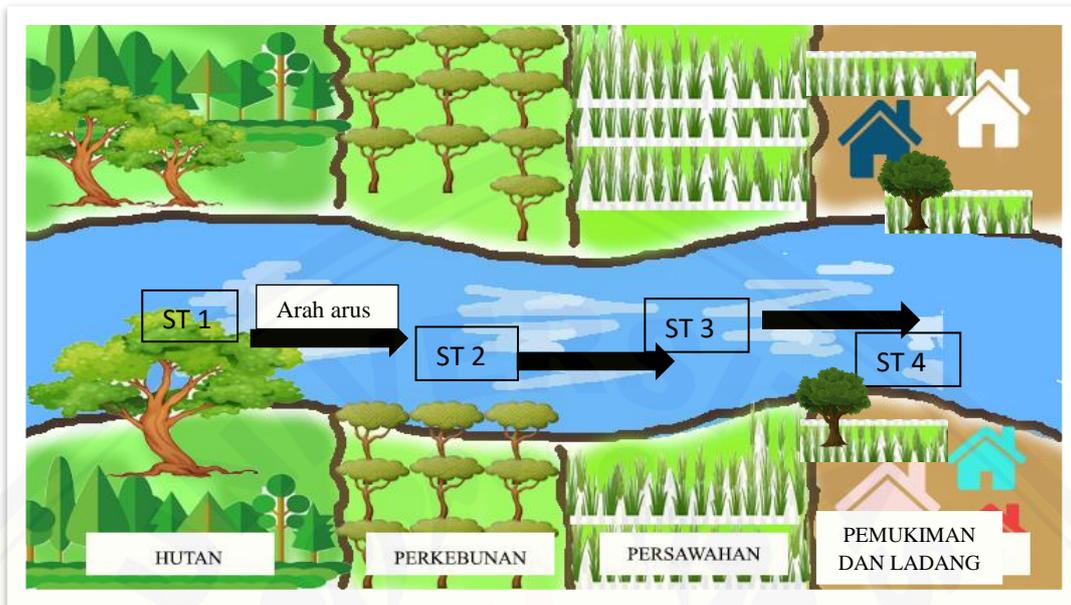
Gambar 3.1 Lokasi stasiun penelitian di hulu S. Bedadung (Google Earth Pro, 2019)

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Penentuan Stasiun Penelitian

Stasiun penelitian ditentukan berdasarkan tipe penggunaan lahan yang terdapat di sekitar hulu S. Bedadung (Gambar 3.1) yang meliputi hutan, perkebunan, persawahan dan pemukiman. Penggunaan lahan di sisi kiri dan kanan stasiun 1 didominasi oleh hutan riparian, stasiun 2 didominasi oleh perkebunan kopi, stasiun 3 didominasi oleh persawahan dan stasiun 4 meliputi pemukiman dan

ladang. Setiap stasiun penelitian dibagi menjadi empat substasiun. Jarak antara stasiun penelitian satu dengan stasiun penelitian lain berbeda-beda (Tabel 3.1).



Gambar 3.2 Posisi empat stasiun penelitian secara skematis

Titik koordinat setiap stasiun ditentukan dengan menggunakan *Global Positioning System (GPS)* Garmin 64s. Titik koordinat tersebut (Tabel 3.1) diolah dengan menggunakan Google Earth Pro untuk menentukan posisi stasiun penelitian pada peta (Gambar 3.1).

Tabel 3.1 Titik koordinat stasiun penelitian

Stasiun		Koordinat	Panjang stasiun
1	Awal	8° 01.835' LS 113° 42.373' BT	68,28 m
	Akhir	8° 01.826' LS 113° 42.406 BT	
2	Awal	8° 02.161' LS 113° 42.756' BT	324,43 m
	Akhir	8° 02.243' LS 113° 42.870' BT	
3	Awal	8° 03.067' LS 113° 43.667' BT	350,25 m
	Akhir	8° 03.193' LS 113° 43.804' BT	
4	Awal	8° 03.438' LS 113° 44.652' BT	259,27 m
	Akhir	8° 03.540' LS 113° 44.751' BT	

3.2.2 Pengamatan dan Pencatatan Data Vegetasi Setiap Tipe Penggunaan Lahan

Pada setiap stasiun dilakukan pengamatan tipe penggunaan lahan di sekitar sungai, yaitu di samping kanan-kiri sungai. Data yang dicatat meliputi nama taksa tumbuhan, tipe habitus tumbuhan (pohon, semak, dan herba) dan kerapatan tumbuhan secara kualitatif (rimbun, sedang dan kurang rimbun). Pada lahan persawahan dicatat fase penanaman padi dan nama taksa pohon yang tumbuh di lahan tersebut. Lahan pemukiman dan ladang diamati kondisinya dan dicatat keberadaan pohon. Data yang diperoleh dari pengamatan dan pencatatan data vegetasi pada setiap tipe penggunaan lahan di sekitar sungai digunakan untuk menentukan nilai indeks biodiversitas dan indeks sekuestrasi karbon mengacu Pagiola (2007) yang tercantum dalam Lampiran 1.

3.2.3 Pengukuran Parameter Fisika-Kimia Air

Pada setiap substasiun dilakukan pengukuran parameter fisika-kimia air sungai sebanyak tiga kali (di tepi kanan bagian dalam sungai, di bagian tengah sungai dan tepi kiri bagian dalam sungai). Parameter fisika-kimia diukur secara langsung di lokasi stasiun penelitian. Parameter-parameter tersebut meliputi:

a. Debit Air Sungai

Pengukuran debit air sungai dilakukan dengan mengukur lebar, kedalaman air sungai, dan kecepatan arus terlebih dahulu. Lebar sungai diukur dengan menggunakan tali rafia dan pita ukur. Tali rafia dibentangkan mulai tepi sungai di sisi kanan sampai tepi sungai di sisi kiri, kemudian tali rafia diukur panjangnya dengan menggunakan pita ukur dan hasilnya dicatat sebagai data lebar sungai. Kedalaman air sungai diukur dengan menggunakan kayu berskala. Kayu berskala dimasukkan ke dalam sungai sampai menyentuh dasar sungai, kemudian bagian tongkat yang menyentuh permukaan air sungai dicatat skalanya sebagai data kedalaman air sungai. Pengukuran kecepatan arus air dilakukan dengan menggunakan bola pingpong dan *stopwatch*. Bola pingpong dihanyutkan di permukaan air sungai dan saat mencapai jarak 1 m dicatat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai jarak tersebut dengan menggunakan *stopwatch*. Pengukuran

kedalaman air sungai dan kecepatan arus air sungai tiap substasiun dilakukan sebanyak tiga kali untuk kemudian ditentukan nilai rata-ratanya.

b. *Total Dissolve Solid* (TDS) Air Sungai

Kadar TDS diukur dengan menggunakan alat TDS meter Kmoon yang telah dikalibrasi terlebih dahulu. Sensor TDS dicelupkan ke dalam sungai sedalam ± 2 cm (tidak melebihi batas sensor). Tombol *on* pada TDS meter ditekan dan ditunggu beberapa saat hingga nilai TDS pada layar menunjukkan angka yang stabil. Setelah nilai TDS menunjukkan tidak berubah lagi maka angka tersebut dicatat sebagai data TDS.

c. Suhu dan *Dissolved Oxygen* (DO) Air Sungai

Suhu air diukur bersamaan dengan pengukuran DO. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat DO meter Lutron-5510. Sebelum DO meter digunakan untuk pengukuran DO maka alat dikalibrasi terlebih dahulu. Setelah alat dikalibrasi, probe DO meter dicelupkan ke dalam sungai sedalam ± 2 cm sesuai dengan batas sensor pada alat tersebut. Tombol *on* pada DO meter ditekan dan ditunggu beberapa saat hingga nilai DO dan suhu pada layar menunjukkan angka yang stabil. Setelah nilai TDS tidak berubah lagi maka angka tersebut dicatat sebagai data TDS.

d. Derajat Keasaman (pH) Air Sungai

Derajat keasaman diukur dengan menggunakan alat pH meter Hanna yang telah dikalibrasi. Sensor pH meter ini dicelupkan ke dalam sungai sedalam ± 2 cm dan ditunggu hingga angka pH pada layar tampak stabil. Jika angka pH tidak berubah lagi maka angka tersebut dicatat sebagai data pH.

e. Kecerahan Air Sungai

Kecerahan air sungai diukur dengan menggunakan keeping Secchi. Keping Secchi dimasukkan ke dalam sungai hingga warna putih yang terdapat pada bagian atas keping tepat tidak terlihat dan pada saat itu angka pada tali yang tepat bersentuhan dengan permukaan air sungai dicatat sebagai data kedalaman 1. Selanjutnya keping Secchi ditarik ke atas sampai warna putih terlihat kembali. Pada saat itu angka pada tali yang tepat bersentuhan dengan permukaan air sungai dicatat sebagai data kedalaman 2. Kecerahan air sungai diukur dengan menjumlahkan data

kedalaman 1 dengan kedalaman 2 kemudian dibagi dua sebagai data kecerahan dengan satuan cm.

f. Kekeruhan (Turbiditas) Air Sungai

Turbiditas air sungai diukur dengan menggunakan *Turbidity* meter Lutron TU-2016. *Turbidity* meter dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Air sampel dimasukkan ke dalam *testing bottle* sebanyak 10 ml, kemudian *testing bottle* yang telah diisi air sampel ditutup dan dimasukkan ke dalam kontainer untuk dilakukan pengukuran kekeruhan. Tombol *on* pada turbidimeter ditekan kemudian ditunggu sesaat sampai angka turbiditas pada layar stabil. Angka turbiditas yang tidak berubah lagi dicatat sebagai data turbiditas air sungai.

g. Tipe Substrat

Data tipe substrat diperoleh dengan mengamati secara langsung substrat yang menyusun dasar sungai dan dilakukan pengambilan sampel terhadap substrat yang memungkinkan dapat diambil. Hal tersebut dilakukan untuk memastikan tipe substratnya berupa pasir, lempung, liat, kerikil, atau batu besar.

3.2.4 Pengambilan Spesimen Larva Ephemeroptera Plecoptera Trichoptera (EPT)

Larva EPT diambil menggunakan jala *surber* dengan ukuran bingkai surber 40 x 25 cm dan mata jala berukuran 0,5 mm². Teknik pengambilan individu EPT dimulai dengan meletakkan jala *surber* di dasar perairan dengan bagian bingkai *surber* yang dilekati kain penyaring diletakkan dengan posisi bagian yang terbuka menghadap arah datangnya arus air sungai sedangkan bagian yang tidak ada kain penyaring diletakkan di permukaan substrat. Substrat yang terdapat dalam bingkai jala *surber* diaduk-aduk menggunakan tangan sehingga materi yang terdapat di dalamnya terbawa arus dan masuk ke dalam jala. Bebatuan yang terdapat pada bingkai disikat dengan menggunakan sikat atau kuas di dalam air sehingga EPT yang menempel pada bebatuan tersebut lepas dan terbawa arus menuju jala. Spesimen yang terperangkap dalam jala kemudian dipindahkan ke dalam botol yang berisi larutan alkohol 70%, dan diberi label berdasarkan substasiun pengambilan spesimen.

3.3 Pencatatan Karakteristik Morfologi dan Identifikasi Spesimen EPT

Setiap spesimen EPT yang telah dikumpulkan diamati menggunakan mikroskop stereo. Karakteristik morfologi spesimen dicatat dan kemudian spesimen didokumentasikan dengan menggunakan kamera Xiaomi Redmi 6A. Karakteristik spesimen dicocokkan dengan buku identifikasi yang mendukung untuk mendapatkan identitas spesimen sampai tingkat famili (Macan, 1959; Wiley dan Sons, 1959; Needham dan Needham, 1962; Hawking, 1995; Merrit dan Cummins, 1996; Rini, 2007). Hasil dari identifikasi spesimen adalah data nama famili larva insekta anggota ordo EPT.

3.4 Analisis Data

3.4.1 Penentuan Kualitas Tipe Penggunaan Lahan berdasarkan Nilai Indeks Jasa Lingkungan (ESI)

Data yang dibutuhkan untuk menentukan nilai ESI meliputi data indeks biodiversitas dan indeks sekuestrasi karbon. Data indeks biodiversitas (IB) diperoleh berdasarkan hasil pencatatan data vegetasi di setiap substasiun penelitian. Data indeks sekuestrasi karbon (ISK) diperoleh dari pencatatan kerapatan vegetasi pohon yang memiliki kemampuan menyimpan karbon dalam jaringannya di setiap substasiun penelitian. Data IB dan ISK hasil pencatatan data di lokais penelitian disesuaikan dengan Pagiola dkk., (2007). Nilai ESI diperoleh dari hasil penjumlahan nilai indeks biodiversitas dan indeks sekuestrasi karbon (persamaan 3.1) (Pagiola, dkk., 2007).

$$ESI = IB + ISK \dots\dots\dots(3.1)$$

3.4.2 Analisis Data Parameter Abiotik

a) Pengukuran kecepatan arus air sungai

Nilai kecepatan arus air sungai ditentukan berdasarkan data jarak tempuh dan waktu tempuh. Kecepatan arus (v) dihitung dengan membagi jarak tempuh (s) yang dalam penelitian ini 1 m dengan waktu tempuh (t) (persamaan 3.2). (Mulyati, dkk., 2016).

$$v = s/t \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan: v = kecepatan arus (m/s)

b) Penghitungan nilai debit air sungai

Nilai debit air sungai diperoleh dengan mengolah data lebar sungai, kedalaman air sungai dan kecepatan arus air sungai. Berdasarkan Agustira dkk. (2013), persamaan 3.3 digunakan untuk menentukan nilai debit air adalah

$$Q = A.v \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan: Q = debit (m³/s), A = luas penampang sungai (lebar dikali kedalaman sungai) (m²), v = kecepatan arus (m/detik).

3.4.3 Penentuan Nilai Indeks Biotik EPT

Nilai indeks biotik EPT (EPT-BI) ditentukan berdasarkan data jumlah individu dan nilai toleransi tiap famili anggota EPT (Paparisto, 2012). Persamaan 3.4 digunakan untuk menentukan indeks EPT-BI.

$$EPT-BI = [\sum(TV_i*d_i)] / D \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan: TV_i = *tolerance value of the i family*, nilai toleransi famili i; d_i = jumlah individu famili i, D = total individu dari seluruh famili.

Kualitas air hulu Sungai Bedadung selanjutnya ditentukan berdasarkan nilai EPT-BI. Kualitas air berdasarkan EPT-BI diklasifikasikan menjadi tiga kriteria (Tabel 3.1)

Tabel 3.2 Klasifikasi kualitas air sungai berdasarkan EPT-BI (Schmidt, *et al.*, 1988)

Kualitas Air	EPT-BI
Tidak tercemar (<i>No Impact</i>)	0 – 3,75

Tercemar sedang (<i>Moderate Impact</i>)	3,76 – 6,50
Tercemar berat (<i>High Impact</i>)	> 6,50

3.4.4 Penentuan Hubungan Tipe Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air

Hubungan tipe penggunaan lahan (ESI) dengan kualitas air hulu Sungai Bedadung (EPT-BI) ditentukan dengan melakukan analisis korelasi. Langkah-langkah analisis data adalah sebagai berikut:

a. Analisis Normalitas Data

Analisis normalitas data dilakukan untuk menentukan tipe analisis korelasi yang tepat sesuai tipe distribusi data. Jika data terdistribusi normal maka dilakukan analisis korelasi Pearson dan jika data terdistribusi tidak normal maka dilakukan analisis korelasi Spearman. Normalitas data dilakukan dengan analisis Shapiro Wilk dengan menggunakan aplikasi SPSS 20.0. Nilai α yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,05. Hipotesis statistiknya adalah:

H_0 : data terdistribusi normal

H_1 : data tidak terdistribusi normal

Jika hasil analisis Shapiro Wilk menunjukkan bahwa nilai $\alpha > 0,05$ maka H_0 diterima yang berarti data terdistribusi normal dan sebaliknya. Hasil analisis normalitas data pada penelitian ini menunjukkan bahwa data ESI dan data EPT-BI menunjukkan distribusi normal. Dengan demikian analisis korelasi pada penelitian ini menggunakan analisis korelasi Pearson.

b. Analisis Korelasi Perason

Variabel yang dianalisis korelasi Pearson adalah nilai ESI dan nilai EPT-BI. Hipotesis statistik penelitian ini adalah:

H_0 : tidaka ada hubungan antara tipe tata guna lahan dengan kualitas air sungai

H_1 : terdapat hubungan antara tipe tata guna lahan dengan kualitas air sungai

Nilai α yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,05. Hasil analisis korelasi Pearson akan menerima H_0 jika nilai $\alpha > 0,05$ yang berarti bahwa tidak ada korelasi antara tipe tata guna lahan dengan kualitas air sungai dan sebaliknya. Jika hasil analisis korelasi menunjukkan ada korelasi antara tipe tata guna lahan dengan

kualitas air sungai maka dari hasil analisis akan diketahui kekuatan dan arah korelasinya.

Kekuatan nilai korelasi dinyatakan dengan bilangan yang disebut koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi berkisar antara 0,000 sampai +1 atau antara 0,000 sampai -1. Korelasi bernilai 0 menunjukkan tidak adanya hubungan antara kedua variabel (Sumanto, 2014). Kekuatan hubungan antar variabel dapat diketahui dari nilai koefisien korelasi Pearson (r). Korelasi antar variabel adalah kuat apabila $r > 0,5$ atau $r < -0,5$ (Budiwati, dkk., 2010). Arah hubungan searah atau berlawanan arah ditentukan berdasarkan tanda (+ atau -) pada nilai r . Nilai r positif menunjukkan arah hubungan dua variabel adalah searah, dan sebaliknya. Hubungan searah berarti bahwa jika nilai variabel 1 mengalami kenaikan maka nilai variabel 2 juga mengalami kenaikan. Kondisi sebaliknya terjadi jika arah hubungannya berlawanan berarti bahwa jika nilai variabel 1 mengalami kenaikan maka nilai variabel 2 mengalami penurunan.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penggunaan Lahan di sekitar Hulu Sungai Bedadung

Hulu S. Bedadung melewati hutan, perkebunan kopi, sawah, pemukiman dan ladang (Lampiran 1.6). Stasiun 1 berada di posisi paling tinggi. Sungai di stasiun 1 berada di dalam hutan yang luasnya relatif sempit sehingga lebih tepat jika disebut sebagai hutan riparian. Hutan riparian ditumbuhi vegetasi pohon, semak dan herba secara alami dengan jenis yang heterogen. Tegakan pohon banyak ditemukan tumbuh di hutan ini walaupun tidak terlalu rapat yang memberi peluang bagi herba dan semak untuk tumbuh dengan baik. Pada stasiun ini badan sungai langsung menampung air dari Air Terjun Watu Lorek. Vegetasi riparian menaungi sungai sehingga menyebabkan suhu air sungai rendah (Tabel 4.1). Suhu air sungai yang rendah menyebabkan kadar DO air sungai tinggi (Tabel 4.1). Materi dari aliran permukaan yang masuk ke dalam sungai diduga hanya sedikit karena dihambat oleh vegetasi riparian. Menurut Gregory *et al.* (1991) dan Elmore (1992) vegetasi riparian berperan sebagai pembatas fisik yang mencegah sedimentasi pada sungai. Hal ini menyebabkan kadar TDS, kekeruhan dan konduktivitas air sungai adalah rendah (Tabel 4.1). Berdasarkan karakteristik vegetasinya dan kemampuan penyimpanan karbon pada vegetasi, nilai ESI lahan di stasiun 1 adalah 1,32 (Tabel 4.2).

Stasiun 2 merupakan sungai yang melewati perkebunan kopi yang cukup luas. Selain tanaman kopi, di perkebunan ini juga ditemukan tumbuh jenis pohon yang lain seperti durian, sengon dan mahoni dengan kelimpahan yang lebih rendah daripada tanaman kopi. Beberapa bagian sungai yang melewati perkebunan kopi mendapat naungan kanopi pohon dan tanaman kopi namun beberapa bagian tidak mendapat naungan. Kondisi ini mempengaruhi suhu air sungai di stasiun ini yang nilainya adalah lebih tinggi daripada stasiun 1 namun tidak mempengaruhi kadar DO nya (Tabel 4.1). Permukaan tanah di perkebunan kopi adalah stabil karena keberadaan tanaman kopi dan juga beberapa pohon menjadi pembatas fisik agar materi padat tidak banyak yang masuk ke dalam sungai. Hal ini ditunjukkan oleh

kadar TDS, turbiditas dan konduktivitas yang relatif rendah walaupun nilainya lebih tinggi daripada stasiun 1 (Tabel 4.1). Berdasarkan karakteristik vegetasinya dan kemampuan penyimpanan karbon pada vegetasi, nilai ESI lahan di stasiun 2 adalah 0,85 (Tabel 4.2).

Stasiun 3 merupakan bagian dari hulu S. Bedadung yang melewati lahan persawahan. Lahan di sekitar sungai berupa sawah. Selain tanaman padi, di beberapa riparian sungai dan pematang sawah ditumbuhi tanaman lain seperti bambu, sengon, turi, dan lain-lain. Sungai di stasiun ini banyak yang tidak dinaungi vegetasi menjadi sehingga mempengaruhi suhu airnya yang lebih tinggi daripada suhu air di stasiun 1 dan 2. Suhu air yang tinggi menyebabkan kadar DO menjadi lebih rendah daripada stasiun 1 dan 2 (Tabel 4.1). Vegetasi pohon yang jumlahnya jarang menyebabkan bagian ini tidak memiliki pembatas fisik yang menghambat masuknya materi padat ke dalam sungai. Hal ini menyebabkan nilai TDS, kekeruhan dan konduktivitas lebih tinggi daripada stasiun 1 dan 2 (Tabel 4.1). Berdasarkan karakteristik vegetasinya dan kemampuan penyimpanan karbon pada vegetasi, nilai ESI lahan di stasiun 3 adalah 0,54 (Tabel 4.2). Keberadaan beberapa jenis pohon mempengaruhi nilai indeks biodiversitas dan sekuestrasi karbon sehingga nilai ESI tidak nol.

Stasiun 4 merupakan bagian dari hulu S. Bedadung yang melewati pemukiman dan ladang. Ladang di sekitar sungai ditumbuhi berbagai jenis tanaman seperti jagung, lombok, Kondisi ini vegetasi yang demikian tidak banyak membantu mencegah materi masuk ke dalam sungai. Selain itu, jumlah pemukiman penduduk yang langsung berdekatan dengan sungai adalah tidak banyak namun penduduk secara langsung melakukan aktivitas domestik di sungai sehingga materi yang berpotensi menjadi pencemar langsung masuk ke dalam sungai. Sungai di bagian ini tidak mendapat naungan sehingga suhu airnya menjadi paling tinggi yang berpengaruh pada kadar DO menjadi paling rendah. Kondisi ini kemudian mempengaruhi nilai TDS dan konduktivitas yang lebih tinggi daripada stasiun 1 sampai 3 (Tabel 4.1). Berdasarkan karakteristik vegetasinya dan kemampuan penyimpanan karbon pada vegetasi, nilai ESI lahan di stasiun 4 adalah 0,39 (Tabel

4.2). Keberadaan beberapa jenis tumbuhan mempengaruhi nilai indeks biodiversitas dan sekuestrasi karbon sehingga nilai ESI tidak nol.

Tabel 4.1 Nilai parameter abiotik air hulu Sungai Bedadung

Parameter	Nilai			
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4
DO (ppm)	8,29	8,2	7,6	6,06
TDS (ppm)	37,75	45,75	79,33	99,17
Temperature (°C)	18,79	21,38	25,13	26,17
pH	7,92	7,87	8,02	8,2
Kecepatan arus (m/s)	7,95	7,74	8,25	2,21
Kedalaman (m)	0,28	0,21	0,41	0,29
Lebar badan sungai (m)	3,25	4,08	5,79	10,16
Debit (m ³ /s)	7,23	6,63	19,58	6,51
Turbiditas (NTU)	8,68	3,23	18,17	15,76
EC (µS/cm)	76,58	90,33	161,25	190,25

Tabel 4.2 Nilai ESI penggunaan lahan di sekitar hulu Sungai Bedadung

Stasiun	Penggunaan Lahan	Kategori	Indeks	Indeks	ESI
			Biodiversitas	Sekuestrasi Karbon	
1	Hutan	<i>Riparian Forest</i>	0,66	0,66	1,32
2	Perkebunan Kopi	<i>Permanent Crops with Trees</i>	0,44	0,41	0,85
3	Sawah dan Ladang	<i>Annual Crops and Rare Trees</i>	0,39	0,15	0,54
4	Pemukiman dan Ladang	<i>Degraded Pasture and Annual Crops with Rare Trees</i>	0,29	0,10	0,39

4.2 Penentuan Kualitas Air Hulu S. Bedadung berdasarkan EPT-BI (EPT Biotic Index)

Penilaian kualitas air hulu S. Bedadung pada penelitian ini berdasarkan nilai EPT-BI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air sungai yang melewati

hutan riparian adalah baik sedangkan yang melewati perkebunan kopi, sawah, dan pemukiman-ladang adalah tercemar sedang (Tabel 4.1).

Stasiun 1 memiliki kualitas air sungai yang paling baik. Sungai pada stasiun 1 menjadi tempat hidup famili larva insekta sensitif. Famili tersebut meliputi Capnidae dan Lepidostomatidae yang nilai toleransinya 1 dan Nemouridae yang nilai toleransinya 2 (Lampiran 1.2). Larva EPT yang sensitif akan tetap ditemukan hidup pada lingkungan perairan yang berkualitas baik karena ketika terjadi perubahan kondisi lingkungan yang mengarah pada penurunan kualitasnya maka larva insekta sensitif ini mulai terganggu kehidupannya. Namun kondisi ini tidak terjadi pada stasiun 1 yang diindikasikan oleh kehadiran famili larva insekta sensitif.

Stasiun 2, 3 dan 4 memiliki kualitas air yang sama yaitu tercemar sedang. Penurunan status kualitas air tersebut kemungkinan disebabkan oleh peningkatan nilai TDS, konduktivitas, dan kekeruhan air sungai (Tabel 4.1). Peningkatan kadar tiga parameter tersebut telah mampu mengganggu keberadaan insekta sensitif sedangkan famili larva toleran yaitu Caenidae (nilai toleransinya 7) ditemukan melimpah di stasiun ini. Hal ini menyebabkan nilai EPT-BI menjadi naik. Nilai indeks biotik EPT yang semakin tinggi mengindikasikan bahwa kualitas air sungai semakin buruk (Schmidt, *et al*, 1998).

Tabel 4.3 Kualitas air hulu Sungai Bedadung

Stasiun	EPT-BI	Kualitas Air
1	3,62	Tidak tercemar (<i>Moderate Impact</i>)
2	3,88	Tercemar sedang (<i>Moderate Impact</i>)
3	3,93	Tercemar sedang (<i>Moderate Impact</i>)
4	3,98	Tercemar sedang (<i>Moderate Impact</i>)

4.3 Hubungan antara Tipe Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air Hulu S. Bedadung

Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan bahwa antara tipe penggunaan lahan dengan kualitas air sungai berhubungan nyata (Lampiran 1.5). Koefisien korelasi Pearson (r) antara nilai ESI dengan EPT-BI adalah -0,78. Hal ini menunjukkan bahwa antar variabel tersebut memiliki hubungan terbalik yang kuat

karena nilai $r < -0,5$. Makna dari hubungan tersebut adalah semakin tinggi nilai ESI maka semakin rendah nilai EPT-BI.

Pada stasiun 1, kualitas lahan di sekitar sungai adalah paling baik yang ditunjukkan oleh nilai ESI paling tinggi. Pada stasiun ini kualitas air sungai juga paling baik yang ditunjukkan oleh nilai EPT-BI paling rendah. Hubungan antara nilai ESI dengan EPT-BI berlawanan arah. Hal tersebut bermakna bahwa nilai ESI semakin tinggi (yang berarti kualitas lahan semakin baik) akan diikuti oleh nilai EPT-Bi yang semakin rendah (yang berarti kualitas air semakin baik). Hubungan antara kualitas lahan dengan kualitas air sungai adalah kuat yang ditunjukkan oleh nilai $r = -0,78$.

Stasiun 2, 3 dan 4 memiliki kualitas air yang sama yaitu tercemar ringan walaupun kualitas lahannya berbeda. Kualitas lahan stasiun 2 lebih baik daripada stasiun 3 dan 4 dan kualitas lahan stasiun 3 lebih baik daripada stasiun 4. Namun demikian kedua variabel tetap menunjukkan hubungan yang signifikan. Hal ini disebabkan oleh nilai EPT-BI pada substasiun-substasiun bervariasi (Lampiran 1.2) sehingga ketika data ini dianalisis korelasi dengan nilai ESI menunjukkan adanya hubungan secara signifikan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Tipe penggunaan lahan yang memiliki kualitas terbaik adalah hutan (stasiun 1). Lahan pada stasiun 1 merupakan satu-satunya lahan yang tidak terkena dampak antropogenik sehingga berdampak pada nilai ESI yang tinggi. Lahan pada stasiun 2 (perkebunan), 3 (persawahan), dan 4 (pemukiman dan ladang) mengalami penurunan kualitas yang sangat signifikan.
2. Kualitas biologi air hulu Sungai Bedadung pada stasiun 1 adalah tidak tercemar, sedangkan pada stasiun 2, 3, dan 4 tercemar sedang.
3. Tipe penggunaan lahan dengan kualitas biologi air hulu Sungai Bedadung memiliki hubungan nyata.

5.2 Saran

Penelitian ini memiliki kekurangan pada penentuan kualitas lahan yang hanya dilakukan secara kualitatif. Saran untuk penelitian lebih lanjut tentang hubungan antara penggunaan lahan dengan kualitas air adalah perlu dilakukannya penilaian penggunaan lahan secara kuantitatif agar penilaian kualitas lahan lebih tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisah, S., E. Sulistiyowati, dan D. O. Saputro. 2017. Biomonitoring Anggota Ordo Plecoptera sebagai Indikator Kualitas Ekosistem Hulu Sungai Gajah Wong dan Sungai Code Yogyakarta. *Integrated Lab Journal* 5(1): 29-34.
- Ali, A., Soemarno, dan Purnomo, M. 2013. Kajian Kualitas Air dan Status Mutu Air Sungai Metro di Kecamatan Sukun Kota Malang. *Jurnal Bumi Lestari* 13(2): 265-274.
- Amaral, P. H. M., L. S. da Silveira, B. F. J. V. Rosa, V. C. de Oliveira, R. da G. Alves. 2015. Influence of Habitat and Land Use on the Assemblages of Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera in Neotropical Streams. *Journal of Insect Science* 15(1):1-7
- Baker, A. 2005. *Land Use and Water Quality*. Birmingham: John Wiley & Sons, Ltd.
- Barita, F. A. N. 2016 [Skripsi]. *Studi Kualitas Air Sungai Bedadung berdasarkan Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera-Biotik Indeks (EPT-BI)*. Jember: Universitas Jember
- Benstead, J. P., M. M. Douglas, dan C. M. Pringle. 2003. Relationship of Stream Invertebrate Communities to Deforestation in Eastern Madagascar. *J. Ecological Applications* 13(5): 1473-1490.
- Budiwati, T., A. Budiyono, W. Setyawati, dan A. Indrawati. 2010. Analisis Korelasi Pearson untuk Unsur-Unsur Kimia Air Hujan di Bandung. *Jurnal Sains Dirgantara* 7(2): 100-112.
- Cortezzi, S. S., P. C. Bispo, G. P. Paciencia, and R. C. Leite. 2009. *Influe^{nc}ia da ac^çõ^o antro^pica sobre a fauna de macroinvertebrados aqua^ticos em riachos de uma regia^õ de cerrado do sudoeste do Estado de Sa^õ Paulo*. Dalam Influence of Habitat and Land Use on the Assemblages of Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera in Neotropical Streams. Amaral, P. H. M., L. S. da Silveira, B. F. J. V. Rosa, V. C. de Oliveira, R. da G. Alves. 2015. *Journal of Insect Science* 15(1):1-7.
- Crisci-Bispo, V. L., P. C. Bispo, and C. G. Froehlich. 2007. *Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic Rainforest streams, Southeastern Brazil*. Dalam Influence of Habitat and Land Use on the Assemblages of Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera in Neotropical Streams. Amaral, P. H. M., L. S. da Silveira, B.

- F. J. V. Rosa, V. C. de Oliveira, R. da G. Alves. 2015. *Journal of Insect Science* 15(1):1-7.
- Doods, W. K. 2002. *Freshwater Ecology Concept and Environmental Applications*. London: Academic Press.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Eko, T. dan S. Rahayu. 2012. Perubahan Penggunaan Lahan dan Kesesuaiannya terhadap RDTR di Wilayah Peri-Urban Studi Kasus: Kecamatan Mlati. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota* 8(4):330-340.
- El Husseiny, I.M., Mona, M.H., Seif, A.I. and Yassin. M.T. 2015. Aquatic insects as bio indicators for pollution in some Egyptian streams. *Sci-Afric Journal of Scientific Issues, Research and Essays*. 3(2): 607-615.
- Gregory, S.V., Swanson, F.J., Mckee, W.A. and Cummins. K.W. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *J. Biosci.* 41: 540–551.
- Hawking, J. H. 1995. *Monitoring River Health Initiative Taxonomic Workshop Handbook*. Murray: Darling Freshwater Research Center.
- Joyontono, Handayani, dan Puspitasari. 2015. Karakteristik dan Potensi Lahan Daerah Aliran Sungai Bendo, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur. Yogyakarta: UGM
- Kartikasari, A. N. I. 2017. Identifikasi Perubahan Tata Guna Lahan DAS Bedadung Kabupaten Jember Menggunakan Citra Satelit LANDSAT-8. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember
- Lazorchack, J. M., B. H. Hill, B. S. Brown, F. H. McCormick, V. Engle, D. J. Lattier, M. J. Bagley, M. B. Griffith, A. F. Maciorowski, dan G. P. Toth. 2003. USEPA Biomonitoring and Bioindicator Concepts Needed to Evaluate the Biological Integrity of Aquatic Systems. *Elsevier Science Ltd*: 831-874.
- Lenat, D. R. 1988. Water Quality Assessment of Streams Using a Qualitative Collection Method for Benthic Macroinvertebrates. *J. N. Am. Benthol. Soc* 7(3): 222-233.
- Macan, T. T. 1959. *A Guide to Freshwater Invertebrate Animals*. Burnt Miil: Longman.
- Machali, I. 2015. Statistik Itu Mudah, Menggunakan SPSS sebagai Alat Bantu Statistik. Yogyakarta: Ladang kata

- Mandaville, S. M. 2002. *Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols*. New York: Soil and Water Conservation Society of Metro Halifax.
- Markert, B. A., A. M. Breure, dan H. G. Zeichmeister. Bioindicators and Biomonitoring Principles, Concept, and Applications. Michigan: Elsevier.
- Mingawati, I. dan Saptono. 2012. Parameter Kualitas Air untuk Budidaya Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) di Karamba Sungai Kahayan, Kota Palangka Raya. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika* 1(1): 27-30.
- Mulyati, T., Fahri, dan Annawati. 2016. Inventarisasi Udang Air Tawar Genus *Caridina* di Sungai Poboya Palu, Sulawesi Tengah. *Journal of Natural Science* 5(1):83-96.
- Needham, J. G. dan Needham, P. R. 1962. *A Guide to The Study of Freshwater Biology*. 5th Ed. San Francisco: Holden-Day, Inc.
- Nessimian, J. L., E. M. Venticinque, J. Zuanon, P. D. Marco Jr, M. Guardo, L. Fidelis, J. D. Batista, dan L. Juen. 2008. Land Use, Habitat Integrity, and Aquatic Insect Assemblages in Central Amazonian Streams. *J. Hydrobiologia* (614): 117-131.
- Novel bin Muhammad Alaydrus. 2017. *Secangkir Kopi Hikmah Isi Hidup dengan Tetesan Ilmu Para Wali*. Surakarta: Taman Ilmu
- Nugroho, S. P. 2000. Minimalisasi Lahan Kritis Melalui Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Konservasi Tanah dan Air secara Terpadu. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 1(1): 73-82.
- Nurriszqi, E. H. 2012. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Perubahan Debit Puncak Banjir di Sub DAS Brantas Hulu. *Jurnal Bumi Indonesia* 1(3):363-371.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Third Edition. Georgia: Saunders College Publishing. Terjemahan oleh T. Sumingan. 1998. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pagiola, S., E. Ramirez., J. Gobbi., C. D. Haan, M. Ibrahim, E. Murgueitio, J. P. Ruiz. 2007. Paying for the Environmental Services of Silvopastoral Practices in Nicaragua. *Ecological Economics Journal* 64: 374-385.
- Panjaitan, BP., Wardoyo, S. E., Rodiana, S. 2011. Pemantauan Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cisadane dengan Indikator Makroinvertebrata. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa* 1(1): 58-72.

- Pemerintah Kabupaten Jember. 2015. *RKPD Kabupaten Jember Tahun 2016*. (Diakses pada tanggal 26 Juni 2019, pukul 22.30).
- Prather, A. L. 2003. Revision of the Neotropical caddisfly genus *Phylloicus* (Trichoptera: Calamoceratidae). Dalam Influence of Habitat and Land Use on the Assemblages of Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera in Neotropical Streams. Amaral, P. H. M., L. S. da Silveira, B. F. J. V. Rosa, V. C. de Oliveira, R. da G. Alves. 2015. *Journal of Insect Science* 15(1):1-7.
- Presiden Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Presiden Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Presiden Republik Indonesia*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Priyambada, I. B., W. Oktiawan, dan R. P. E. Suprpto. 2008. Analisa Pengaruh Perbedaan Fungsi Tata Guna Lahan terhadap Beban Cemar BOD Sungai (Studi Kasus: Sungai Serayu – Jawa Tengah). *Jurnal Presipitasi* 5(2): 55-62.
- Rachman, H., A. Priyono, dan Y. Mardianto. 2016. Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai di Sub DAS Ciliwung Hulu. *Media Konservasi* 21(3): 261-269.
- Rahayu, S., R. H. Widodo, M. V. Noordwijk, I. Suryadi, dan B. Verbist. 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor: World Agroforestry Centre.
- Rahayu, D. M., G. P. Yoga, H. Effendi, dan Y. Wardiatno. 2015. Penggunaan Makrozoobentos sebagai Indikator Status Perairan Hulu Sungai Cisadane, Bogor. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 20(1): 1-8.
- Rini, D. S. 2007. *Panduan Lapangan Makroinvertebrata Kali Surabaya untuk Penilaian Kualitas Air*. Gresik: Ecoton.
- Rosenberg, D.M. and Resh, V.H. 1993. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D.M. and Resh, V.H., eds. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman and Hall, New York.
- Rosyidie, Arief. 2013. Banjir: Fakta dan Dampaknya, serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* 24(3): 241-249.

- Ruspindi, D., S. Hadi, O. Rusdiana. 2013. Kajian Perubahan Penutupan Lahan pada DAS Ciliwung Hulu dengan Pendekatan Spasial Dinamik. *Jurnal Lanskap Indonesia* 5(2):1-5.
- Rustiasih, E., I W. Arthana, dan A. H. W. Sari. 2018. Keanekaragaman dan Kelimpahan Makroinvertebrata sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tukad Badung, Bali. *Current Trends in Aquatic Science* 1(1): 16-23.
- Sadyohutomo. 2006. *Penatagunaan Tanah*. Dalam Tata Guna Lahan dan Pertumbuhan Kawasan. J. Parlindungan. 2014. Malang: Universitas Brawijaya
- Selvakumar, C., K.G. Sivaramakrishnan, S. Janarthanan, M. Arumugam, M. Arunachalam. 2014. Impact of Riparian Land-use Patterns on Ephemeroptera Community Structure in River Basins of The Southern Western Ghats, India. *KMAE Journal* 412(11)
- Setyowati, D. L., P. Hardati, dan T. Aرسال. 2018. Konservasi Sungai Berbasis Masyarakat di Desa Lerep DAS Garang Hulu. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS IX*. Universitas Negeri Semarang:401-410
- Soewandita, Hasmana. 2017. Studi Ekologi Lahan Koridor Sungai dan Status Kualitas Penggunaan Lahan di Wilayah DAS Rawapening. *Jurnal Alami* 1(1): 33-42.
- Sumanto. 2014. *Statistika Deskriptif untuk Mahasiswa, Dosen, dan Umum*. Yogyakarta: CAPS.
- Susana, Tjuttju. 2009. Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 5(2): 33-39.
- Susetyaningsih, Adi. 2012. Pengaturan Penggunaan Lahan di Daerah Hulu DAS Cimanuk sebagai Upaya Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Air. *Jurnal Konstruksi* 10(1): 1-8.
- Susmita, G., Sushmita, D. and Pinki, P. 2013. Use of aquatic insects in water quality assessment of ponds around two cement factories of Assam, India. *Int. Res. J. Environ. Sci.* 2 (7): 15-19.
- Tampi, D. M., S. Tilaar, C. E. V. Wuisang. 2015. *Tata Guna Lahan di Sekitar Kawasan Bandar Udara Sam Ratulangi Manado*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Waryono, Tarsoen. 2008. *Bentuk Struktur dan Lingkungan Bio-Fisik Sungai*. Bandung: UPI.

- Ward, H. B., dan G. M. Keith. 1959. *Freshwater Ecology*. 2nd Ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Wardiani, F. E., R. Wimbaningrum, dan R. Setiawan. 2019. Hubungan antara Tipe Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air di Sungai Rembangan, Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmu Dasar* 20(2): 111-122.
- Wimbaningrum, Retno. 2016 [Disertasi] *Efektivitas Makrozoobenthos untuk Pemantauan Kualitas Air pada Saluran Irigasi Tersier*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Yuliasuti, Etik. 2011. Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Yuono, N. W. 2009. Membangun Kesuburan Tanah di Lahan Marginal. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 9(2):137-141.

LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Penilaian Kualitas Lahan berdasarkan ESI

Land use	Biodiversity index	Carbon sequestration index	Environmental services Index (ESI)
Annual crops	0.0	0.0	0.0
Degraded pasture	0.0	0.0	0.0
Natural pasture without trees	0.1	0.1	0.2
Improved pasture without trees	0.4	0.1	0.5
Semi-permanent crops (plantain, sun coffee)	0.3	0.2	0.5
Natural pasture with low tree density (<30/ha)	0.3	0.3	0.6
Natural pasture with recently-planted trees (>200/ha)	0.3	0.3	0.6
Improved pasture with recently-planted trees (>200/ha)	0.3	0.4	0.7
Monoculture fruit crops	0.3	0.4	0.7
Fodder bank	0.3	0.5	0.8
Improved pasture with low tree density (<30/ha)	0.3	0.6	0.9
Fodder bank with woody species	0.4	0.5	0.9
Natural pasture with high tree density (>30/ha)	0.5	0.5	1.0
Diversified fruit crops	0.6	0.5	1.1
Diversified fodder bank	0.6	0.6	1.2
Monoculture timber plantation	0.4	0.8	1.2
Improved pasture with high tree density (>30/ha)	0.6	0.7	1.3
Diversified timber plantation	0.7	0.7	1.4
Scrub habitats (tacotales)	0.6	0.8	1.4
Riparian forest	0.8	0.7	1.5
Disturbed secondary forest (>10 m ² basal area)	0.8	0.9	1.7
Secondary forest (>10 m ² basal area)	0.9	1.0	1.9
Primary forest	1.0	1.0	2.0
New live fence or established live fence with frequent pruning (per km)	0.3	0.3	0.6
Wind break (per km)	0.6	0.5	1.1

Notes: The ESI is the sum of the biodiversity and carbon sequestration indices.
Land uses recognized by the project but not found at this site are omitted.

Lampiran 1.2 Densitas Larva EPT hulu Sungai Bedadung

Ordo	Famili	TV	STASIUN 1				STASIUN 2				STASIUN 3				STASIUN 4			
			SS1	SS2	SS3	SS4												
Ephemeroptera	Baetidae	4	119	48	6	16	33	132	26	41	43	21	79	24	5	2		2
	Caenidae	7						3	1	1			4					2
	Heptagenidae	4	7	3	9		25	11	16	22	34	9	7	15	44	36	49	46
	Leptophlebiidae	2												2				
Plecoptera	Nemouridae	2	5	2														
	Capnidae	1		7	13	16		4	2									
	Perlidae	1							1	7			8	8	3	2		3
Tricoptera	Hydropsychidae	4	27	40	10	7	88	293	259	126	84	113	51	104	264	230	194	240
	Lepidostomatidae	1	1	4	1		1	17	6	10								
	Hydroptiliidae	4		16	4	4	3		10	2								
	Leptoceridae	4							6									
	Philopotamidae	3							1	6		3	2					1
Total Density			159	120	43	43	150	460	328	215	161	146	151	153	316	270	245	292

Keterangan: SS = substasiun, TV = nilai toleransi

Lampiran 1.3 Nilai EPT-BI Hulu Sungai Bedadung

Ordo	Famili	TV	TV*D															
			S1 SS1	S1 SS2	S1 SS3	S1 SS4	S2 SS1	S2 SS2	S2 SS3	S2 SS4	S3 SS1	S3 SS2	S3 SS3	S3 SS4	S4 SS1	S4 SS2	S4 SS3	S4 SS4
Ephemeroptera	Baetidae	4	476	192	24	64	132	528	104	164	172	84	316	96	20	8		8
	Caenidae	7						21	7	7			28				14	
	Heptageniidae	4	28	12	36		100	44	64	88	136	36	28	60	176	144	196	184
	Leptophlebiidae	2												4				
Plecoptera	Nemouridae	2	10	4														
	Capnidae	1		7	13	16		4	2									
	Perlidae	1							1	7			8	8	3	2		3
Tricoptera	Hydropsychidae	4	108	160	40	28	352	1172	1036	504	336	452	204	416	1056	920	776	960
	Lepidostomatidae	1	1	4	1		1	17	6	10								
	Hydroptiliidae	4		64	16	16	12		40	8								
	Leptoceridae	4							24									
	Philopotamidae	3							3	18		9	6					3
TV*D (Per Sub)			623	443	130	124	597	1786	1287	806	644	581	590	584	1255	1074	986	1158
EPT-BI (Per Sub)			3,92	3,69	3,02	2,88	3,98	3,88	3,92	3,75	4,00	3,98	3,91	3,82	3,97	3,98	4,02	3,97

Keterangan: S = stasiun, SS = substasiun, TV = nilai toleransi, D = densitas

Lampiran 1.4 Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality							
	Stasiun	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ESI	1	,236	4	.	,911	4	,488
	2	,250	4	.	,927	4	,577
	3	,382	4	.	,801	4	,103
	4	,329	4	.	,895	4	,406
EPT	1	,260	4	.	,889	4	,377
	2	,246	4	.	,944	4	,679
	3	,240	4	.	,924	4	,562
	4	,347	4	.	,807	4	,115

Lampiran 1.5 Hasil Uji Korelasi Pearson

Correlations			
		EPT	ESI
EPT	Pearson Correlation	1	-,780**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	16	16
ESI	Pearson Correlation	-,780**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	16	16

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

Lampiran 1.6 Foto Tipe Penggunaan Lahan di sekitar Hulu Sungai Bedadung

